Dr. F. A. Schmidt

Unser Körper

R. Voigtländer's Verlag in Leipzig

22500817113

Med
K8154

Digitized by the Internet Archive
in 2016

https://archive.org/details/b28098080

Edgar J. Cyriax

Unser Körper.

Unser Körper.

Handbuch

der

Anatomie, Physiologie und Hygiene

der

Leibesübungen.

Von

Dr. med. F. A. Schmidt.

Mit 547 Abbildungen und **zwei großen Übersichtstafeln.**

Leipzig,
R. Voigtländer's Verlag.
1899.

1827

27095

Das Recht der Übersetzung ist vorbehalten.

303950

1(802362

WELLCOME INSTITUTE LIBRARY
Coll. welMOmec
Call
No. QS

Druck von C. G. Röder in Leipzig.

Vorwort.

„Eine Darstellung der physiologischen Einwirkungen der verschiedenen Arten von Leibesübungen besaßen wir bisher in Deutschland nicht. Die bezüglichen Kapitel unserer größeren Turnschriften oder selbständige Werke gehen nicht über die bekannten Gemeinplätze vom körperlichen Nutzen des Turnens hinaus, allenfalls geben sie Auszüge der allgemeinen Anatomie und Physiologie — nicht aber der eigentlichen Physiologie der Leibesübungen."

So schrieb ich im Vorwort zu meinem 1893 erschienenen Schriftchen „Die Leibesübungen nach ihrem körperlichen Übungswert dargestellt. Ein Grundriß der Physiologie des Turnens". Nachdem dies Büchlein, welches auch in mehrere fremde Sprachen übersetzt wurde, schon seit einigen Jahren vergriffen ist, trat der Gedanke einer Neuherausgabe desselben nahe. Indes beschloß ich statt dessen eine breitere Darstellung des Baus und des Lebens unseres Körpers zu verfassen, welche in ihren einzelnen Abschnitten stete Rücksicht auf die Erziehung des Körpers zur Gesundheit, Schönheit, Gewandtheit, Kraft und Ausdauer nimmt. Dem schließt sich in einem besonderen Abschnitt als „Bewegungslehre der Leibesübungen" der Versuch an, nicht nur die Mechanik der verschiedenen Übungsarten, sowie die physiologischen und gesundheitlichen Einwirkungen derselben zu erörtern, sondern auch stete Hinweise auf den praktischen Betrieb zu geben. Langjährige Erfahrungen und ärztliche Beobachtungen auf den Übungsplätzen, sowie eigene Bethätigung von Jugend auf standen hierfür dem Verfasser zu Gebote. Im Anhang ist in knapper Darlegung das Übungsbedürfnis in den verschiedenen Lebensaltern behandelt. Beigegeben sind endlich die beiden Übersichtstafeln über den Übungswert der verschiedenen Leibesübungen, sowie über die zweckmäßigsten Übungen für die verschiedenen Lebensalter, wie sie auch schon in dem Schriftchen von 1893 enthalten waren.

Dank dem Entgegenkommen des Herrn Verlegers war es mir möglich, die Darstellung des Buches durch eine außergewöhnliche Fülle von Abbildungen anschaulicher zu gestalten. Die Mehrzahl derselben ist von mir gezeichnet; bei

Abbildungen, welche anderen Werken direkt entnommen sind, ist die Quelle angegeben. Zu besonderem Danke bin ich verpflichtet meinem Freunde Professor Dr. Kohlrausch in Hannover, sowie Herrn O. Anschütz in Berlin, welche mir die Wiedergabe einer Anzahl ihrer vortrefflichen Reihenaufnahmen von Leibesübungen freundlichst gestatteten. Die meisten dieser Aufnahmen sind bis jetzt noch nicht veröffentlicht, oder doch weiteren Kreisen noch unbekannt geblieben.

Der bereits im vorigen Jahre veröffentlichte erste Teil des Buches hat überall eine ungemein freundliche und ehrende Aufnahme gefunden. Möge dem nunmehr vollendeten ganzen Werke ein Gleiches zu teil werden, und die Arbeit des Verfassers dazu beitragen, daß die Grundsätze einer rechten Körpererziehung und Körperpflege immer weitere Verbreitung finden.

Bonn, im April 1899.

Ferdinand August Schmidt.

Inhaltsverzeichnis.

Erster Teil

Knochen, Gelenke, Muskeln.

I.

Knochen- und Gelenklehre.

		Seite
§ 1.	Allgemeine Eigenschaften der Knochen	1
§ 2.	Äußere Form der Knochen	3
§ 3.	Bezeichnung der einzelnen Knochenteile	4
§ 4.	Dichtigkeit der Knochen	4
§ 5.	Beinhaut und Knochenmark	5
§ 6.	Feinerer Bau der Knochen	5
§ 7.	Entwicklung der Knochen	6
§ 8.	Verbindungen der Knochen untereinander	6
§ 9.	Bewegliche Verbindungen der Knochen: Gelenke	7
§ 10.	Die einzelnen Gelenkarten	8
§ 11.	Unbewegliche Knochenverbindungen	9
§ 12.	Der Kopf	10
§ 13.	Die Schädelknochen	10
§ 14.	Nähte zwischen den Schädelknochen	12
§ 15.	Schädelgrund	13
§ 16.	Die Gesichtsknochen	14
§ 17.	Höhlen und Gruben des Gesichts	15
§ 18.	Die Zähne	16
§ 19.	Gesichtsbildung und Schädelform	17
§ 20.	Die Wirbelsäule	20
§ 21.	Schema der Wirbel	21
§ 22.	Halswirbel	22
§ 23.	Brustwirbel	23
§ 24.	Lendenwirbel	23
§ 25.	Kreuzbein und Steißbein	24
§ 26.	Bänder der Wirbelsäule	24
§ 27.	Gelenke zwischen Kopf und Hals	25
§ 28.	Die Wirbelsäule als Ganzes	26
§ 29.	Bewegungsmöglichkeit der Wirbelsäule	26
§ 30.	Die natürlichen Krümmungen der Wirbelsäule	27
§ 31.	Schwerpunkt	30

Seite

§ 32. Gleichgewichtserhaltung und Gleichgewichtsübung 33
§ 33. Körperhaltung 37
§ 34. Einige häufigere Haltungsformen 40
§ 35. Die seitliche Rückgratsverkrümmung 44
§ 36. Bekämpfung der seitlichen Rückgratsverkrümmungen 49

Der Brustkorb.

§ 37. Brustbein und Rippen 54
§ 38. Gelenke des Brustkorbs 55
§ 39. Der Brustkorb als Ganzes 55
§ 40. Verschiedene Gestaltung der Brust 56
§ 41. Der Einfluß der Schnürbrust 59

Die Knochen und Gelenke der Gliedmaßen.

§ 42. Schultergerüst 64
§ 43. Das Schultergelenk 67
§ 44. Der Vorderarm 68
§ 45. Das Ellbogengelenk 69
§ 46. Das Knochengerüst der Hand 70
§ 47. Die Gelenke der Hand 72
§ 48. Die Fingergelenke 74

Knochen und Gelenke der unteren Gliedmaßen.

§ 49. Der Beckengürtel 76
§ 50. Fugen und Bänder am Becken 78
§ 51. Das Becken als Ganzes 78
§ 52. Geschlechtsunterschiede des Beckens 79
§ 53. Das Oberschenkelbein 81
§ 54. Das Hüftgelenk 82
§ 55. Bewegungen im Hüftgelenk 84
§ 56. Knochen des Unterschenkels 86
§ 57. Das Kniegelenk 87
§ 58. Bewegungen im Kniegelenk 90
§ 59. Seitliche Stellung der Ober- und Unterschenkel zu einander 91
§ 60. Die Knochen des Fußes 93
§ 61. Das Fußskelett als Ganzes 95
§ 62. Der Plattfuß 96
§ 63. Gelenke und Bänder des Fußes 97
§ 64. Zur Fußbekleidung und Fußpflege 100

II.

Muskellehre.

Allgemeine Muskellehre.

§ 65. Feinerer Bau der Muskeln 106
§ 66. Erregbarkeit des Muskels 109
§ 67. Gestaltveränderung des thätigen Muskels 110
§ 68. Zeitlicher Verlauf der Muskelzusammenziehung 110

Seite

§ 69. Erscheinungen beim ermüdeten Muskel 112
§ 70. Anhaltende Zusammenziehung oder Tetanus 113
§ 71. Stoffwechsel des Muskels 114
§ 72. Stoffliche Ursachen der Ermüdung des Muskels 114
§ 73. Örtliche oder lokale Muskelermüdung 115
§ 74. Allgemeine Muskelermüdung (Erschöpfung) 118
§ 75. Begriff der Kraft-, Dauer- und Schnelligkeitsübungen 119
§ 76. Erholung des Muskels 120
§ 77. Wachstum des Muskels 120
§ 78. Athletische Körperform 122
§ 79. Erscheinungen beim durchgeübten oder trainierten Muskel 123
§ 80. Arbeitsleistung des Muskels 126
§ 81. Arbeitsart der Muskeln 132
§ 82. Hebelwirkung der Muskeln 134
§ 83. Formen der Muskeln 136
§ 84. Wirkungsweise der Muskeln 138

Spezielle Muskellehre.

§ 85. Muskeln des Kopfes 138
§ 86. Muskeln des Halses 141
§ 87. Muskeln der Brust 144
§ 88. Die breiten Nacken- und Rückenmuskeln 150
§ 89. Die Bauchmuskeln 156
§ 90. Die Bauchpresse 159
§ 91. Die Übung der Bauchmuskeln 161
§ 92. Einige Bemerkungen über Brüche 165
§ 93. Das Zwerchfell 166
§ 94. Übersicht über die bei der Ein- und Ausatmung thätigen Kräfte 169
§ 95. Die langen Rückenmuskeln 169
§ 96. Die Muskeln der Schulter 170
§ 97. Die Oberarmmuskeln 172
§ 98. Die Muskeln des Vorderarms und der Hand 175
§ 99. Die Muskeln am Becken und Bein 181
§ 100. Muskeln, welche die Beine im Hüftgelenk bewegen 183
§ 101. Muskeln, welche die Beine im Kniegelenk bewegen 189
§ 102. Muskeln, welche die Fußgelenke bewegen 191
§ 103. Kurze Muskeln am Fuße 194

Zweiter Teil

Herz und Kreislauf des Blutes. Lunge und Atmung. Haut. Verdauung und Ernährung. Nervensystem.

III.

Gefäßsystem und Kreislauf des Blutes.

§ 104. Allgemeine Übersicht über den Blutkreislauf 199
§ 105. Gestalt und Lage des Herzens 200
§ 106. Der Herzbeutel 202

Seite

§ 107. Innerer Bau des Herzens 202
§ 108. Die Schlagadern 204
§ 109. Der Ursprung der Schlüsselbeinschlagadern aus dem Aortenbogen und seine Beziehung zur Rechts- und Linkshändigkeit 208
§ 110. Die Blutadern oder Venen 211
§ 111. Der Kreislauf des Blutes 212
§ 112. Geschichtliche Bemerkung über den Blutkreislauf 214
§ 113. Die Herzthätigkeit 215
§ 114. Die Herznerven 215
§ 115. Einfluß der Atmung und der Pressung auf die Herzbewegung 216
§ 116. Die Pulsbewegung 217
§ 117. Aufzeichnung der Pulsbewegungen 219
§ 118. Der Blutdruck 220
§ 119. Stromgeschwindigkeit des Blutes 220
§ 120. Blutverteilung im Körper 221
§ 121. Die Arbeitsgröße des Herzens 221
§ 122. Ursachen der Arbeitsfähigkeit des Herzens 222
§ 123. Herzarbeit bei Muskelbewegung 223
§ 124. Einfluß der Blutmischung auf die Steigerung der Herzarbeit 223
§ 125. Stoffverbrauch des Herzens 224
§ 126. Hilfskräfte des Kreislaufs 225
§ 127. Übung, Anstrengung und Ermüdung des Herzens 227
§ 128. Entwicklung des Herzens und der Blutgefäße 230
§ 129. Übungsbedürfnis des Herzens 231
§ 130. Das Blut 233
§ 131. Die Blutgase 235
§ 132. Die Lymphgefäße 236

IV.

Atmungsorgane und Atmung.

§ 133. Übersicht über die Atmungsorgane 237
§ 134. Die Nasenhöhle 237
§ 135. Die Mund- und Rachenhöhle 238
§ 136. Der Kehlkopf 239
§ 137. Die Luftröhre 241
§ 138. Äußeres der Lungen 241
§ 139. Bau der Lungen 242
§ 140. Äußere und innere Atmung 243
§ 141. Mechanismus der Atmung 243
§ 142. Umfang der Atmung 244
§ 143. Fassungskraft der Lungen 245
§ 144. Die Zahl der Atemzüge 246
§ 145. Atemsteigerung und Atemnot 247
§ 146. Der Gaswechsel in den Lungen 249
§ 147. Wassergehalt der Luft 251
§ 148. Verschlechterung der Atemluft durch Gase 251
§ 149. Der Staub als schädliche Beimengung der Atemluft 252
§ 150. Der Staub in Turnhallen 254

Seite

§ 151. Die Übung der Lungen (Atemgymnastik) 255
§ 152. Lungenübung in der erzieherischen Gymnastik 258
§ 153. Lungenübung bei Schwächlingen 261

V.

Haut- und Wärmeregulierung.

§ 154. Bau und Thätigkeit der Haut 264
§ 155. Die Oberhaut 265
§ 156. Nägel und Haare 266
§ 157. Die Lederhaut 267
§ 158. Das Unterhautfettgewebe 267
§ 159. Schweiß- und Talgdrüsen 268
§ 160. Die Absonderungen der Haut 268
§ 161. Natürliche Wärmeregulierung des Körpers 269
§ 162. Hitzschlag und Sonnenstich 271
§ 163. Leibesübung im Freien in den verschiedenen Jahreszeiten 272
§ 164. Die Kleidung 273
§ 165. Kleidung bei Leibesübungen 274
§ 166. Erkältung und Abhärtung 276
§ 167. Hautpflege durch Bäder 277

VI.

Verdauungsorgane und Ernährung.

§ 168. Die Kraftquellen unseres Körpers 280
§ 169. Aufgabe der Verdauung 280
§ 170. Übersicht der Verdauungsorgane 282
§ 171. Mundhöhle und Speicheldrüsen 282
§ 172. Schlundkopf und Speiseröhre 283
§ 173. Der Magen 283
§ 174. Die Magenschleimhaut und die Magenverdauung 285
§ 175. Der Darmkanal 286
§ 176. Leber und Bauchspeicheldrüse 287
§ 177. Darmverdauung 287
§ 178. Aufsaugende Thätigkeit der Verdauungsorgane 288
§ 179. Die Milz 288
§ 180. Grundstoffe der Ernährung 289
§ 181. Die Hauptnahrungsstoffe und ihre Zusammensetzung 291
§ 182. Ausnutzung der Nahrungsmittel 292
§ 183. Zubereitung der Speisen 293
§ 184. Vegetarianismus 294
§ 185. Die Genußmittel 295
§ 186. Die Wirkung des Alkoholgenusses mit besonderer Rücksicht auf die Leibesübungen 298
§ 187. Das Trainieren 300
§ 188. Vorschriften beim Trainieren 301
§ 189. Wert des Trainierens 305
§ 190. Übertrainiertsein 307

Anhang.

Die Organe der Harnausscheidung.

Seite

§ 191. Allgemeines über den Harn und die Harnorgane 308
§ 192. Die Nieren 308
§ 193. Harnleiter und Harnblase 310

VII.

Das Nervensystem.

A. Allgemeine Nervenlehre. Hirn und Rückenmark.

§ 194. Aufgabe des Nervensystems 311
§ 195. Bau der Nervenfasern 313
§ 196. Die Nervenzellen 314
§ 197. Das Gehirn 315
§ 198. Das Rückenmark 318
§ 199. Häutige Hüllen des Hirns und des Rückenmarks 319
§ 200. Gewicht und Größe des Gehirns 320
§ 201. Die Großhirnrinde 321
§ 202. Die Reaktionszeit 323
§ 203. Verlängerung und Verkürzung der Reaktionszeit 324
§ 204. Die Koordination der Bewegungen 327
§ 205. Verschiedenheiten der Koordination 329
§ 206. Die Schulung der Koordinationsfähigkeit 330
§ 207. Vorheriges Koordinieren 333
§ 208. Plötzliche Koordination 335
§ 209. Die Schlagfertigkeitsübungen 336
§ 210. Die Reflexbewegungen 338
§ 211. Automatische Erregungen 340
§ 212. Halbautomatische Bewegungen 340
§ 213. Takt und Automatie 344
§ 214. Ermüdung des Gehirns nach geistiger Arbeit 346
§ 215. Wechselwirkung zwischen geistiger und leiblicher Ermüdung 348

B. Die peripheren Nerven und Sinnesorgane.

§ 216. Die peripheren Nerven 353
§ 217. Die zwölf Hirnnervenpaare 354
§ 218. Die Rückenmarksnerven 356
§ 219. Das sympathische Nervengeflecht 357
§ 220. Der Geruchsinn 357
§ 221. Das Auge 358
§ 222. Die Augenmuskeln 359
§ 223. Augenlider und Augenbrauen 360
§ 224. Die Bindehaut des Auges 361
§ 225. Die Thränenorgane 361
§ 226. Der Augapfel und seine Häute 361
§ 227. Der Kern oder die lichtbrechenden Mittel des Augapfels 365

Seite

§ 228. Accommodation des Auges 366
§ 229. Normalsichtige, kurzsichtige und weitsichtige Augen 367
§ 230. Die Kurzsichtigkeit in der Schule 369
§ 231. Das Gehörorgan 370
§ 232. Das äußere Ohr 371
§ 233. Das Mittelohr 372
§ 234. Das innere Ohr 372
§ 235. Das Geschmacksorgan 373
§ 236. Tastsinn und Empfindungen der inneren Organe 374

Dritter Teil

Bewegungslehre der Leibesübungen.

VIII.

Ruhehaltungen.

§ 237. Allgemeines über Ruhehaltungen 379
§ 238. Aufrechtes Stehen auf beiden Füßen 379
§ 239. Aufrechtes Stehen mit Belastung vorzugsweise eines Beines 382
§ 240. Stehen auf einem Beine 383
§ 241. Stehen auf den Fußspitzen 384
§ 242. Stehen mit gekreuzten Beinen 384
§ 243. Das Sitzen 385
§ 244. Einseitiger linker Sitz 387
§ 245. Das Liegen 387
§ 246. Hockende Stellung 388
§ 247. Knieen 390
§ 248. Der Hang 391
§ 249. Streckhang an den Händen 391
§ 250. Der Beugehang 393
§ 251. Abhang oder Sturzhang 394
§ 252. Schwimmhang 395
§ 253. Der Stütz 396

IX.

Ortsbewegungen.

§ 254. Allgemeines über die Ortsbewegungen des Körpers 398

Das Gehen.

§ 255. Begriff des Gehens 400
§ 256. Die Bewegung beim Gehen 400
§ 257. Die graphische Methode und ihre Anwendung 402
§ 258. Die photographische Methode 405
§ 259. Der Druck des Fußes auf den Boden 406
§ 260. Das Verhältnis von Schrittlänge und Schrittdauer 408

Seite

§ 261. Arbeitsaufwand und Arbeitseffekt beim Gehen 411
§ 262. Die Befähigung des Körpers zu Dauerleistungen in den verschiedenen Fortbewegungsarten 413
§ 263. Einwirkung des Marsches auf Atmung und Herzschlag 415
§ 264. Einfluß des Gehens auf die Blutbewegung in den Blutadern der Beine . . . 416
§ 265. Das Auftreten beim natürlichen Gang. 417
§ 266. Der gravitätische Schritt 419
§ 267. Natürlicher Schritt und Kunstschritt 419
§ 268. Übersicht der wichtigsten Gangarten 421
§ 269. Der Zehengang. 422
§ 270. Gang mit gestreckter Fußspitze 422
§ 271. Der militärische Marschschritt 423
§ 272. Der langsame Schritt 425
§ 273. Der Beugegang 426
§ 274. Eilgang nach Art des natürlichen Ganges 430
§ 275. Eilgang im Dreitakt. 432
§ 276. Das athletische Schnellgehen 433
§ 277. Wanderungen und Turnfahrten 435

Das Steigen.

§ 278. Das Steigen 437
§ 279. Der Bewegungsmechanismus beim Aufwärtssteigen auf schiefer Ebene 438
§ 280. Das Aufwärtssteigen auf einer Treppe 441
§ 281. Steigen, Klettern und Klimmen auf der Leiter 442
§ 282. Abwärtssteigen 443
§ 283. Die Arbeitsleistung beim Steigen 445
§ 284. Einwirkung des Steigens auf den Körper 447
§ 285. Einige Winke für größere Bergwanderungen 452
§ 286. Bergsteigen als heilgymnastische Übung 454
§ 287. Die körperlichen Wirkungen des Abwärtssteigens 455

Der Lauf.

§ 288. Begriff des Laufens 456
§ 289. Der Bewegungsmechanismus beim Lauf 457
§ 290. Die Arbeitsleistung beim Lauf 461
§ 291. Schnelligkeit des Laufs 462
§ 292. Körperliche Einwirkung des Laufs 464
§ 293. Die gesundheitlichen Vorzüge des Laufs 467
§ 294. Lauf auf den Fußspitzen. 469
§ 295. Lauf mit Aufsetzen auf die Ferse zuerst 472
§ 296. Lauf mit Aufsetzen der ganzen Fußsohle gleichzeitig. Beugelauf 472
§ 297. Pflege des Laufs 476
§ 298. Bemerkungen über die Pflege des Wettlaufs 478
§ 299. Der Hindernislauf 481
§ 300. Der freie willkürliche Lauf im Spiel 482

Der Sprung.

§ 301. Begriff des Sprungs 483
§ 302. Die Untersuchung der Sprungbewegung 484

Seite

§ 303. Die Bewegungen beim Sprung 486
§ 304. Die vorbereitende Beugung 487
§ 305. Mechanismus des Aufspringens 488
§ 306. Richtung des Sprungs 490
§ 307. Kraftaufwand und Maß des Sprungs 491
§ 308. Die Thätigkeit der oberen Gliedmaßen beim Sprung 493
§ 309. Formen des Sprungs 494
§ 310. Der Sprung mit Anlauf 496
§ 311. Der Dreisprung 498
§ 312. Sturmspringen 499
§ 313. Gemischter Sprung 501
§ 314. Sprung mit Aufstützen der Hände auf den zu überspringenden Gegenstand . . 501
§ 315. Gemischter Sprung von Fuß und Hand gleichzeitig 505
§ 316. Stabspringen 506
§ 317. Körperliche Einwirkung des Sprunges 507
§ 318. Vorsichtsmaßregeln beim Springen 509

Der Wurf.

§ 319. Die Wurfbahn 510
§ 320. Arten des Wurfs 513
§ 321. Der Stoßwurf 515
§ 322. Der Schockwurf 520
§ 323. Der Schwung- oder Schleuderwurf 523
§ 324. Übungswert des Wurfs 532
§ 325. Formen des Wurfs 533

Das Schwimmen.

§ 326. Bewegungszweck beim Schwimmen 535
§ 327. Bewegungen beim Schwimmen 536
§ 328. Übungswert des Schwimmens 540

Das Rudern.

§ 329. Das Rudern als Leibesübung 543
§ 330. Das Ruderboot 545
§ 331. Die Bewegung beim Rudern auf dem festen Sitz 549
§ 332. Die Bewegung beim Rudern auf dem Gleit- oder Rollsitz 550
§ 333. Das Rudern als Schnelligkeitsübung 552
§ 334. Das Rudern als Dauerübung 556

Das Radfahren.

§ 335. Die Entwicklung des Radfahrens 558
§ 336. Die Haltung auf dem Fahrrad 561
§ 337. Die Bewegung beim Radfahren 565
§ 338. Das Radfahren als Schnelligkeits- und Dauerleistung 567
§ 339. Die Arbeitsgröße beim Radfahren 570
§ 340. Körperliche Einwirkungen des Radfahrens 573
§ 341. Einige gesundheitliche Fragen 578

X.

Anhang.

Das Übungsbedürfnis in den verschiedenen Lebensaltern.

		Seite
§ 342.	Die Altersstufen	581
§ 343.	Übungsbedürfnis in den ersten Schuljahren	583
§ 344.	Übungsbedürfnis in der Schulzeit vom 9.—14. Lebensjahre	585
§ 345.	Übungsbedürfnis in der Entwicklungszeit vom 14.—20. Lebensjahre	585
§ 346.	Übungsbedürfnis für das 20.—30. Lebensjahr	587
§ 347.	Übungsbedürfnis in den Jahren der Vollkraft	587
§ 348.	Übungsbedürfnis in der Zeit vom 40.—60. Lebensjahre	587

Übersichtstafeln:

1. Der Übungswert unserer Leibesübungen.
2. Unterricht der für die verschiedenen Lebensalter zweckmäßigsten Leibesübungen.

I.

Knochen- und Gelenklehre.

§ 1. Allgemeine Eigenschaften der Knochen.

Knochengerüst und sein Zweck.

Die Knochen sind die härtesten und festesten Bestandteile des Körpers. In Form von mehr oder weniger beweglichen Balken, Sparren, Würfeln und Platten miteinander verbunden, bauen sie sich zu dem festen Gerüst des Körpers, dem Knochengerüst oder Skelet auf.

Das Knochengerüst giebt den Weichteilen des Körpers Halt und Stütze; es bestimmt wesentlich Höhe und Umriß des Körpers; es bildet Höhlen zur Sicherung edler Eingeweide (Gehirn, Rückenmark, Brust- und Beckenorgane); es bietet namentlich den Muskeln feste Ansatzpunkte und leicht bewegliche Hebelarme.

Aussehen und Dauerhaftigkeit.

Das Aussehen der frischen Knochen ist gelblichweiß. Trotz ihrer Härte und Festigkeit besitzen sie einen gewissen Grad von Elastizität. Durch Trocknen verlieren sie zwar an Gewicht, aber nicht an Gestalt und Größe. Diese Eigenschaft läßt uns an den oft erstaunlich gut erhaltenen Knochenresten noch die Form von Tierarten, die seit Jahrtausenden schon ausgestorben sind, mit großer Genauigkeit erkennen. Die gesetzmäßige Art in Form und Aufbau des Skeletts bei den Wirbeltieren ermöglicht es dem Naturforscher, zuweilen schon aus einem einzigen Knochen Gattung und Art des Tieres, welchem dieser Knochen einst angehörte, sicher zu bestimmen.

Zusammensetzung.

Die Härte sowohl wie die teilweise Elastizität der Knochen sind bedingt durch die Zusammensetzung der Knochenmasse. Dieselbe besteht aus organischen und anorganischen Bestandteilen: dem Knochenleim und den Knochenerden. Diese Bestandteile durchdringen sich in der ganzen Knochenmasse aufs innigste. Laugt man mittels Säuren die Knochenerden aus einem Knochen so aus, daß nur noch der Knochenleim übrig bleibt, so behält der Knochen gleichwohl die Form des ganzen unversehrten Knochens. Dasselbe ist da der Fall, wo der Knochenleim (z. B. durch Fäulnis) zerstört oder wo er ausgekocht ist, so daß nur die Knochenerden übrig geblieben sind. Nur mit folgendem Unterschied: Der von den erdigen Bestandteilen des Knochens befreite Knochenleim ist biegsam, elastisch, ziemlich fest, glasig durchscheinend (wie eben erkalteter Tischlerleim), und läßt sich in kochendem Wasser verflüssigen. Der nur noch aus Knochenerden bestehende Knochen ist dagegen kreidig weiß, hart, spröde und feuerbeständig.

Die Knochenerde besteht überwiegend aus Kalkverbindungen, und zwar zumeist aus phosphorsaurem Kalk (84 Prozent); dazu kommen in geringeren Mengen kohlensaurer Kalk und phosphorsaure Bittererde.

Fig. 1. Das Knochengerüst des menſchlichen Körpers.

(Aus der „Mechanik der menſchlichen Gehwerkzeuge“ der Brüder W. und E. Weber).

Die richtige Mischung der organischen und anorganischen Knochenbestandteile, des Knochenleims und der Knochenerden, bedingt den Grad der Festigkeit des Knochens. Dieselbe ist am größten beim Erwachsenen nach vollzogener Reife bis zum Ende der kräftigen Mannesjahre (20. bis 50. Lebensjahr). Verschiedene Festigkeit in den verschiedenen Lebensaltern.

Im kindlichen Alter ist der Gehalt an Knochenerden ein verhältnismäßig geringer; daher sind in der Jugend bis zur Reifezeit die Knochen biegsamer und elastischer.

Im Greisenalter dagegen ist der Gehalt der Knochen an Knochenerden ein verhältnismäßig höherer: daher sind bei Greisen die Knochen spröde und außerordentlich brüchig.

Bei der sogenannten englischen Krankheit (Rhachitis) wird durch eine Störung im Knochenwachstum die genügende Anlagerung der Knochenerden oder des Knochenkalkes im wachsenden Knochen verhindert. Die Knochen bleiben daher bei dieser Krankheit außerordentlich biegsam, und erleiden leicht entstellende Verkrümmungen bis zu den höchsten Graden des Verwachsenseins. Englische Krankheit.

§ 2. Äußere Form der Knochen.

Nach ihrer äußern Form lassen sich die Knochen kurz einteilen in: lange, breite und kurze Knochen. Einteilung nach äußerer Form.

a) Die langen oder Röhrenknochen sind solche, bei welchen der Längendurchmesser über die Breite und Dicke überwiegt. Lange oder Röhrenknochen.

Sie bestehen aus einem Mittelstück, welches im Innern mit einer Markhöhle versehen ist (Diaphyse) und zwei Enden (Epiphysen) (s. Fig. 2).

Die Enden sind dicker als das Mittelstück, abgerundet, und mit einer Schicht von glattem Knorpel überzogen. Mit diesem überknorpelten „Gelenkende" stoßen sie an die Enden benachbarter Knochen an, um mit diesen durch die „Bänder" zu einem „Gelenk" beweglich verbunden zu werden.

Die langen Knochen finden sich vorzugsweise in den Gliedmaßen des Körpers.

b) Die platten oder breiten Knochen mit vorwiegender Flächenausdehnung, bestehen aus zwei dünnen Knochenplatten, die eine zellige Zwischensubstanz (Diploë) zwischen sich fassen. Breite Knochen.

Die breiten Knochen umschließen vorzugsweise Höhlen zur Aufnahme wichtiger Organe (Kopf, Brust, Becken). Werden auch lange Knochen zur Höhlenbildung verwendet, so ist ihr Mittelstück verflacht und gekrümmt: Rippen.

Die Ebenen der breiten Knochen sind entweder platt (so beim Brustbein), im Winkel geknickt (Gaumenbein), oder schalenförmig gebogen (Schädelknochen).

c) Die kurzen Knochen (rundlich oder vieleckig in ihrer Hauptmasse geformt) kommen besonders da im Körper vor, wo in Reihen verbundene Knochen neben bedeutender Festigkeit zugleich eine gewisse Beweglichkeit besitzen sollen (Wirbelsäule, Hand- und Fußwurzel). Kurze Knochen.

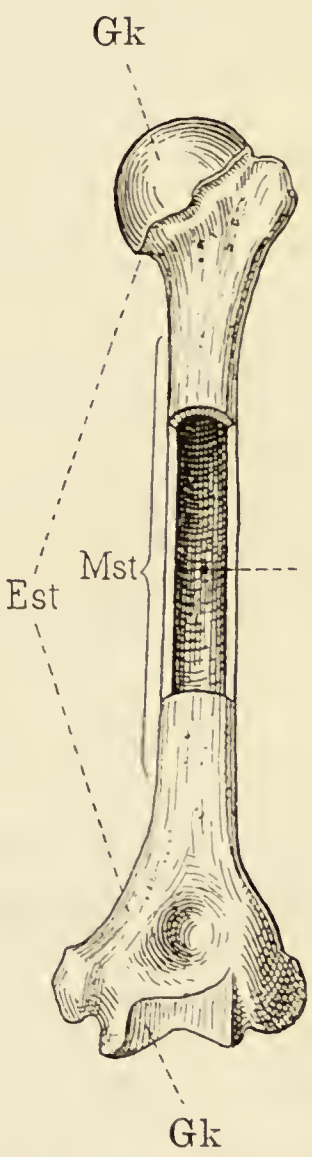


Fig. 2. Ein Röhrenknochen (Oberarm), in der Mitte zum Teil halb aufgesägt. Gk: Gelenkkopf; Est: Endstücke; Mst: Mittelstück; Mk: Markhöhle.

Zwischen diesen drei Arten von Knochen giebt es noch Mischformen: gemischte oder unregelmäßige Knochen.

§ 3. Bezeichnung der einzelnen Knochenteile.

Bezeichnung der Knochenteile.

Um die äußere Gestalt der Knochen beschreiben zu können, unterscheidet man an den Knochen:

1. Flächen. Ist eine solche mit Knorpel überkrustet, so nennt man sie Gelenkfläche.
2. Winkel: die Durchschneidungslinie zweier Flächen.
3. Ränder: die Begrenzung breiter Knochen.
4. Fortsatz nennt man im allgemeinen jede Art von Hervorragung am Knochen. Unterarten sind:
   a) Der Höcker, ein rauher, niedriger Knochenhügel, z. B. der Sitzbeinhöcker. Höcker mit besonders rauher Oberfläche zum Ansatz von Muskeln, wie an Schienbein und Speiche, heißen auch einfach Rauhigkeit.
   b) Der Stachel, eine einzelne spitze Hervorragung.
   c) Kamm oder Riff, gerade oder gekrümmt verlaufend.

   Handelt es sich im besonderen um einen Gelenkfortsatz, so nennt man
   d) Gelenkkopf oder Kopf schlechthin das überknorpelte kugelige Ende eines Röhrenknochens. Der Kopf ist vom Hals, einer schmaleren Stelle des Gelenkfortsatzes begrenzt (Beispiele: Kopf des Oberarmknochens und des Schenkelbeins). — Ein kleinerer Gelenkfortsatz heißt Köpfchen (Speiche, Wadenbein).
   e) Rolle ist ein längliches walzenförmiges Gelenkende (z. B. das untere Gelenkende des Oberarmbeins am Ellbogengelenk).
   f) Gelenkknorren nennt man entweder Gelenkköpfe, bei denen die Kugelform mehr in die Breite gezogen erscheint (z. B. die beiden Knorren am Kniegelenkende des Oberschenkels) oder rauhe Vorsprünge über dem Gelenk (Knorren am Ellbogenende des Oberarmbeins).
5. Vertiefungen des Knochens. Hier unterscheidet man:
   a) Gruben. Ist eine solche überknorpelt, so heißt sie
   b) Gelenkgrube, oder, wenn die Gelenkgrube einen halbkugelig gestalteten Gelenkkopf aufzunehmen hat: Gelenkpfanne.
   c) Rinne: eine längliche ausgezogene Grube.
   d) Furche: eine ganz seichte schmale Grube.
   e) Höhle: eine von mehreren Knochenwänden begrenzte Vertiefung.
6. Durchbohrungen des Knochens. Solche sind:
   a) Loch: eine rundliche Öffnung.
   b) Spalte: eine längliche schmale Öffnung.
   c) Kanal: längerer Gang, welcher entweder nur einen Knochen durchdringt (z. B. die zahlreichen Ernährungskanäle der Knochen für den Eintritt von Blutgefäßen) oder durch mehrere Knochen hindurchgeht.

§ 4. Dichtigkeit der Knochen.

Dichtigkeit.

Ein Knochen hat nicht durchweg dieselbe Dichtigkeit. Wir unterscheiden:

a) Die dichte (oder kompakte) Knochenmasse oder Knochenrinde. Sie bildet durchweg die harte Oberfläche oder Rinde der Knochen. Am Mittelstück der langen Knochen ist sie besonders massig.

b) Die schwammige oder zellige Masse (Fig. 3) besteht aus festen Knochenbälkchen und Knochenblättchen, die sich in allen möglichen Richtungen kreuzen und ein ganzes System von Zellen zwischen sich lassen. Letztere können zu kleineren oder größeren Höhlen (Markhöhlen) zusammenfließen. Die schwammige Substanz ist also ähnlich gebaut wie Badeschwamm.

Da mit Leichtigkeit des Knochens verbunden sein müssen: große Festigkeit und Tragkraft, kann die Anordnung der Knochenbälkchen auch derart sein, daß sie gleich einem System eiserner Gitterträger (Sparrenkonstruktion), wie solche zur Tragung von Brücken, Bögen u. dergl. angewendet werden, bestimmte statische Zwecke erfüllt. Das ist in hervorragendem Maße beim Kopf des Oberschenkels der Fall (s. u. Fig. 8); ebenso beim Fersenknochen.

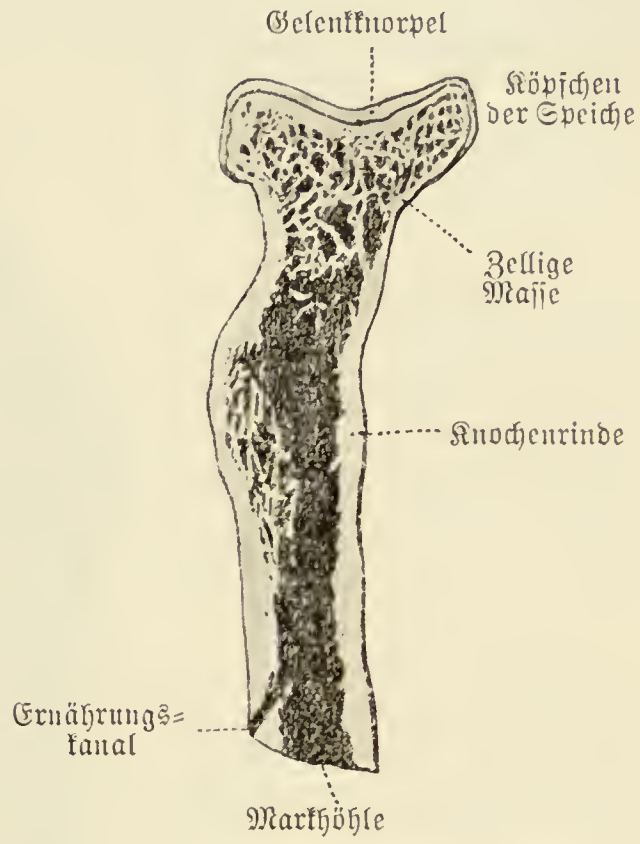


Fig. 3. Durchschnitt eines Röhrenknochens (obere Hälfte der Speiche).

§ 5. Beinhaut und Knochenmark.

Die Beinhaut oder Knochenhaut (Periost) ist eine dünne feste Haut, welche den Knochen umhüllt (Fig. 4). Sie vermittelt das Wachstum und die Ernährung der Knochen, ist daher Trägerin von Nerven und Blutgefäßen, welch letztere von der Beinhaut aus durch die Ernährungskanäle des Knochens in diesen eindringen. Von der Beinhaut aus bildet sich bei Knochenzerstörung infolge von Verletzung, bei Knochenbruch u. dergl. neue Knochensubstanz (Fig. 5); umgekehrt stirbt ein Knochen ab, wenn er durch Entzündung (Knochenhautentzündung) oder durch Verletzung der ernährenden Beinhaut verlustig gegangen ist.

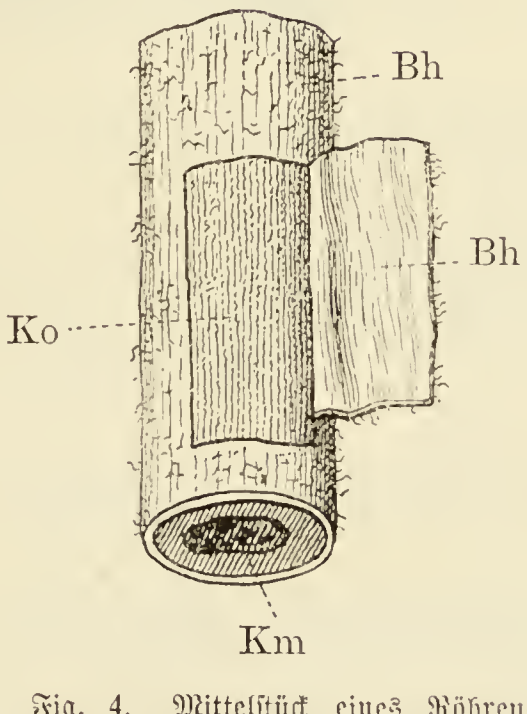
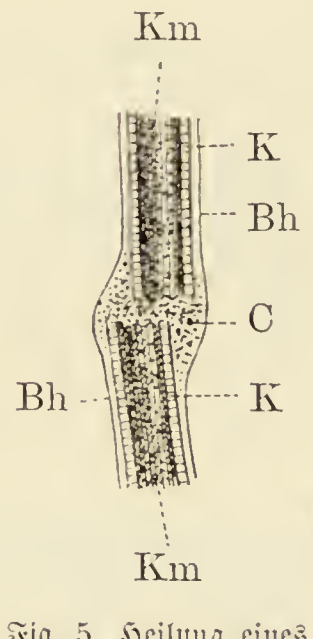


Fig. 4. Mittelstück eines Röhrenknochens.
Bh: Beinhaut; ein Stück in der Mitte vom Knochen abgelöst und zurückgeschlagen. Ko: Knochenoberfläche. Km: Markhöhle.



Knochenmark.

Fig. 5. Heilung eines Knochenbruchs.
Km: Markhöhle. K: Knochenrinde. Bh: Beinhaut. C: neu gebildete Knochenmasse oder Callus.

Das Knochenmark erfüllt als gelbes Mark die größeren Markhöhlen der Knochen, als rötliches Mark die kleineren Höhlen und Zellen der schwammigen Substanz. Das Knochenmark ist namentlich in den größeren Markhöhlen sehr fettreich. Es steht in Beziehung zur Blutbildung: hier findet zum Teil die Erneuerung der roten Blutkörperchen des Blutes durch Umwandlung aus den weißen Blutzellen statt.

Bei den Vögeln sind die Markhöhlen statt mit Knochenmark mit Luft gefüllt.

§ 6. Feinerer Bau der Knochen.

Feinerer Bau der Knochen.

Die feste Knochensubstanz ist von zahlreichen feinen Kanälchen durchzogen, welche Blutgefäße enthalten. Diese werden Gefäßkanälchen, oder, nach ihrem Entdecker, Haversische Kanälchen genannt. Um diese Kanälchen, welche bei Röhrenknochen

parallel mit deren Längenachse verlaufen, ist die feste Knochenmasse in konzentrischen Scheiben oder Blättchen (Lamellen) gelagert.

Zwischen den einzelnen konzentrischen Schichten sieht man schon bei schwacher Vergrößerung kleine in zahlreiche Ästchen ausstrahlende Körperchen. Dieselben sind

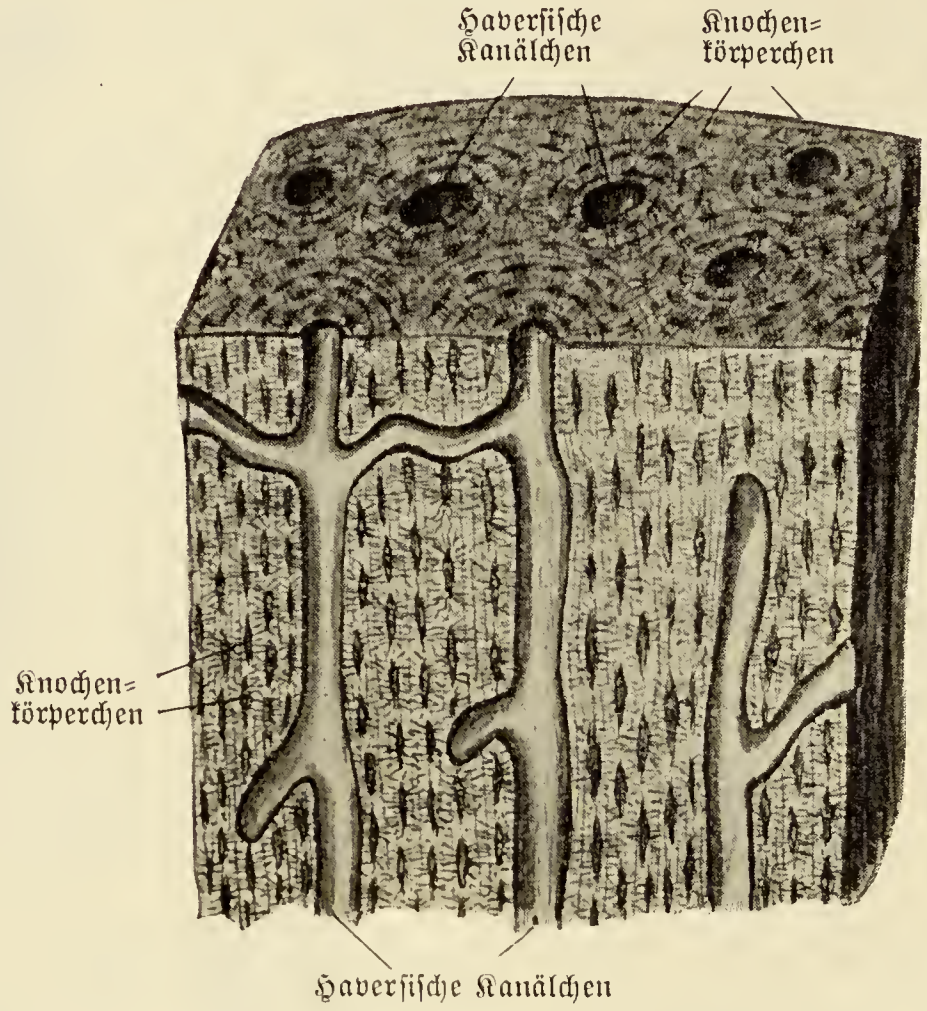


Fig. 6. Knochenstückchen bei 150facher Vergrößerung aus Quer- und Längsschnitt konstruiert.

ebenso wie ihre Ästchen hohl, und bilden ein unter sich wie mit den Gefäßkanälchen verbundenes, die ganze Knochenmasse durchziehendes System feinster Röhrchen und Hohlräume, durch welches der Ernährungssaft zu allen Teilen des Knochens gelangen kann. (Fig. 6.)

§ 7. Entwickelung der Knochen.

Entwickelung der Knochen.

Der Knochen entwickelt sich beim werdenden Menschen aus Knorpel oder Zellgewebe derart, daß in diesen Geweben an bestimmten Punkten Kalksalze (Knochenerden) abgelagert werden, und von hier aus die Knochenbildung beginnt und fortschreitet. Diese Punkte heißen Verknöcherungspunkte (Ossifikationspunkte) oder Knochenkerne.

§ 8. Verbindungen der Knochen untereinander.

Verbindungen der Knochen.

Die Verbindungen der Knochen untereinander weisen alle möglichen Zwischengrade auf, von der völlig festen Haft bis zur freiesten Beweglichkeit. Man unterscheidet bewegliche und unbewegliche Knochenverbindungen. Für die beweglichen Knochenverbindungen sind die Bindemittel Bänder und Knorpel.

Bänder.

Die Bänder sind Streifen oder Platten sehnigen Gewebes von weißlicher Farbe und außerordentlicher Festigkeit. Sie verschmelzen da, wo sie an den Knochen sich anheften, aufs innigste mit der Beinhaut. Als Beispiele für die Festigkeit der

Bänder mögen dienen die Bänder des Hüftgelenkes, welche im Mittel einen Zug von 380 kg, sowie die Bänder des Kniegelenks, welche im Mittel einen Zug von 315 kg aushalten können, bevor sie zerreißen (Feßler).

Knorpel. Der Knorpel ist ein festes elastisches Gewebe, in dünnen Platten durchscheinend und opalescierend, von Farbe gelblich bis bläulich-weiß. Getrocknet schrumpft der Knorpel sehr stark ein und wird bernsteinfarben. Blutgefäße befinden sich nicht im Knorpel. — Man unterscheidet echten oder bläulich-durchscheinenden (hyalinen) Knorpel und Faserknorpel.

Die Knorpel überziehen die Gelenkflächen der Knochen in allen Gelenken mit einem glatten festen Überzug; sie bilden bei einzelnen Gelenken zwischen den Gelenkenden im Gelenk selbst gelegene Polster, die Zwischenknorpel, welche Druck, Stoß und schwere Erschütterung in ihrer Wirkung abschwächen (z. B. Zwischenknorpel im Kniegelenk; Zwischenwirbelknorpel der Wirbelsäule); sie verbinden in den Knorpelfugen Knochen unmittelbar mit einander ohne Gelenkbildung (z. B. am Becken).

Knorpel kommen aber auch außer direkter Verbindung mit dem Knochengerüst vor, um bestimmten Körperteilen festen, aber elastischen Halt zu geben. Hierhin gehören die Knorpel des Kehlkopfgerüsts und der Luftröhren; die Ohrknorpel; die Knorpel der Nasenscheidewand, der Nasenspitze und der Nasenflügel; die Augenlidknorpel.

§ 9. Bewegliche Verbindungen der Knochen: Gelenke.

Gelenke. Gelenk nennt man die Verbindung zweier oder mehrerer Knochen, welche mit überknorpelten Flächen aneinanderstoßen, und durch Bänder, außerdem auch durch Muskelzug und den äußern Luftdruck so zusammengehalten sind, daß sie ohne Verlust des Zusammenhangs ihre Stellung zu einander ändern, d. h. sich bewegen können.

Die das Gelenk zusammenhaltenden Bänder sind:

1. Die Gelenkkapsel oder das Kapselband. Dasselbe geht, ringsum geschlossen, vom Gelenkumfang des einen Knochens zu dem des andern, ist also ein sehnig-häutiger Cylinder oder Sack.

Der von diesem häutigen Sack — in welchen also die überknorpelten Gelenkenden hineinragen — umschlossene Hohlraum heißt die Gelenkhöhle.

Die Gelenkhöhle ist angefüllt mit einer durchsichtigen zähen Flüssigkeit, der Gelenkschmiere oder Synovia (entsprechend dem Öl in dem Gelenk einer Maschine). Die Gelenkschmiere wird abgesondert von der Synovialhaut, einer dünnen glatten Haut, welche die Innenfläche der Gelenkkapsel innerhalb der Gelenkhöhle überkleidet.

2. Hilfsbänder. Dieselben dienen zur Verstärkung der Gelenkkapsel, oder zur Mäßigung, ja selbst Hemmung der Gelenkbewegung nach bestimmten Richtungen (so verhindern die straffen seitlichen Hilfsbänder bei den zahlreichen Charniergelenken des Körpers jede andere Bewegung außer Beugung und Streckung).

Die Hilfsbänder liegen außerhalb des Gelenkes in Verbindung mit der Gelenkkapsel. Eine Ausnahme machen nur das Kreuzband des Knie- und das runde Band des Hüftgelenks, die beide innerhalb der Gelenkhöhle liegen.

3. In verschiedenen Gelenken sind, wie oben schon erwähnt, auch Zwischenknorpel vorhanden. —

Zu einem Gelenk gehören also stets:

1. mindestens zwei überknorpelte Knochenenden;
2. das Kapselband oder die Gelenkkapsel;
3. die Gelenkschmiere.

Außerdem können dazu gehören: 1. Hilfsbänder; 2. Zwischenknorpel.

Die Gelenkenden sowie Knochen werden zusammengehalten: 1. durch die Bänder; 2. durch Muskelzug; 3. durch den äußeren Luftdruck.

§ 10. Die einzelnen Gelenkarten.

Gelenkarten. Ein Versuch, die zahlreichen Gelenke des Körpers einzuteilen und bestimmten Gelenkarten zuzuweisen, gelingt immer nur unvollkommen. Man muß sich damit begnügen, die hervorstechendsten Formen zu sondern; für eine große Zahl von Gelenken ist aber eine Zuteilung zu dieser oder jener Gelenkart nicht thunlich.

Die Hauptarten sind:

Freie Gelenke. 1. Freie Gelenke (Arthrodie). Dieselben erlauben die Bewegung nach jeder Richtung und sind die beweglichsten aller Gelenke. — Ein kugelig geformter Gelenkkopf bewegt sich in einer mehr oder weniger tiefen Gelenkgrube. Je flacher die letztere, und je kleiner ihre Fläche im Verhältnis zur Kugelfläche des Gelenkkopfs, um so freier nach allen Seiten die Bewegung (Schultergelenk), während die Beweglichkeit naturgemäß mehr eingeschränkt ist, wenn der kugelige Kopf — dem Nußgelenk der Mechanik entsprechend (Fig. 7) — in einer tieferen Gelenkgrube sitzt (Hüftgelenk Fig. 8). Die allseitige Beweglichkeit bedingt, daß das Kapselband der freien Gelenke weit und dehnbar sei.

Scharniergelenk. 2. Winkel- oder Scharniergelenke. Entsprechend dem Winkelgelenk der Technik (Scharnier Fig. 9), gestatten sie Bewegung nur nach einer sowie der entgegengesetzten Richtung: Beugen und Strecken. Bei den Scharniergelenken hat das eine Gelenkende die Form einer Rolle, der eine entsprechende Vertiefung am andern Gelenkende, in welche die Rolle hineinpaßt, entspricht (Fig. 10).

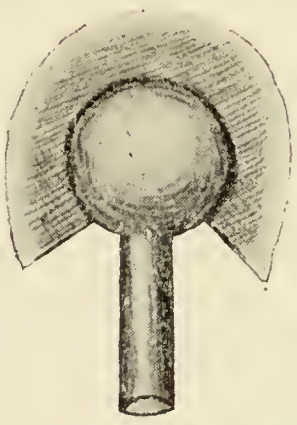


Fig. 7. Nußgelenk der Mechanik.

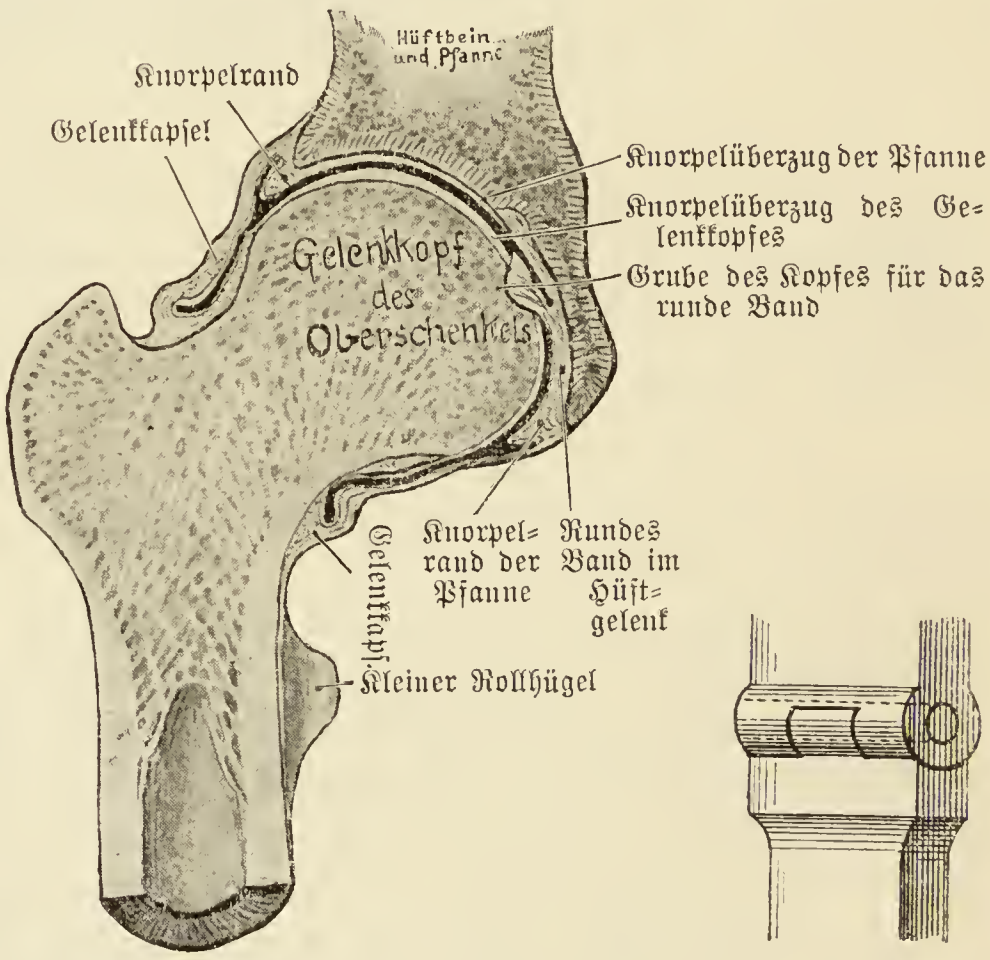


Fig. 8. Ein Kugelgelenk (Hüftgelenk) im Durchschnitt.

Fig. 9. Scharnier.

Stets ist die Gelenkkapsel der Scharniergelenke verstärkt durch starke straffe Seitenbänder, welche andere Bewegungen als Beugung und Streckung verhindern. —

Die Winkelgelenke sind sehr zahlreich: die Gelenke der Finger und Zehenglieder, Ellbogen usw.

3. Sattelgelenk. Eine in einer Richtung konvexe, in der darauf senkrechten Richtung konkave Flächenkrümmung bildet eine Sattelfläche. Ist das eine Gelenkende derart gestaltet, so besitzt das andre Gelenkende die entsprechende Gegenkrümmung. Beispiele: Gelenk zwischen dem Mittelhandknochen des Daumens und dem großen vielseitigen Bein der Handwurzel; Gelenk zwischen Brustbein und Schlüsselbein. Sattelgelenk.

Das Sattelgelenk gestattet Beweglichkeit in aufeinander senkrechten Richtungen. So vermag der Daumen Beugung und Streckung, Anziehung und Abziehung auszuführen.

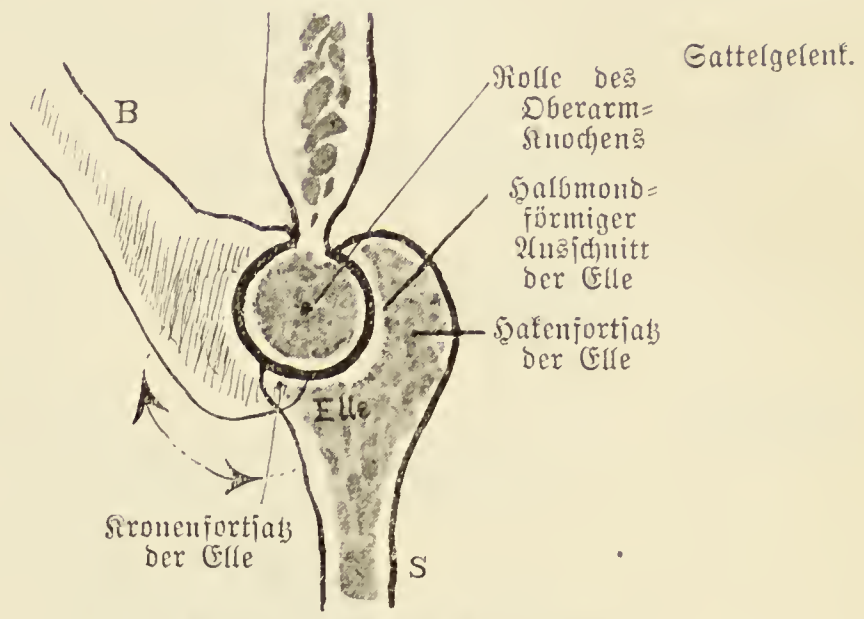


Fig. 10. Ellbogengelenk im Durchschnitt. S = Streckung, B — Beugung.

4. Dreh- oder Rollgelenk. Ein solches kommt da zu Stande, wo ein Knochen sich um einen zweiten Knochen (Atlas um den Zahnfortsatz des 2. Halswirbels) oder um seine eigene Achse (Köpfchen der Speiche) dreht. (Fig. 11). Drehgelenk.

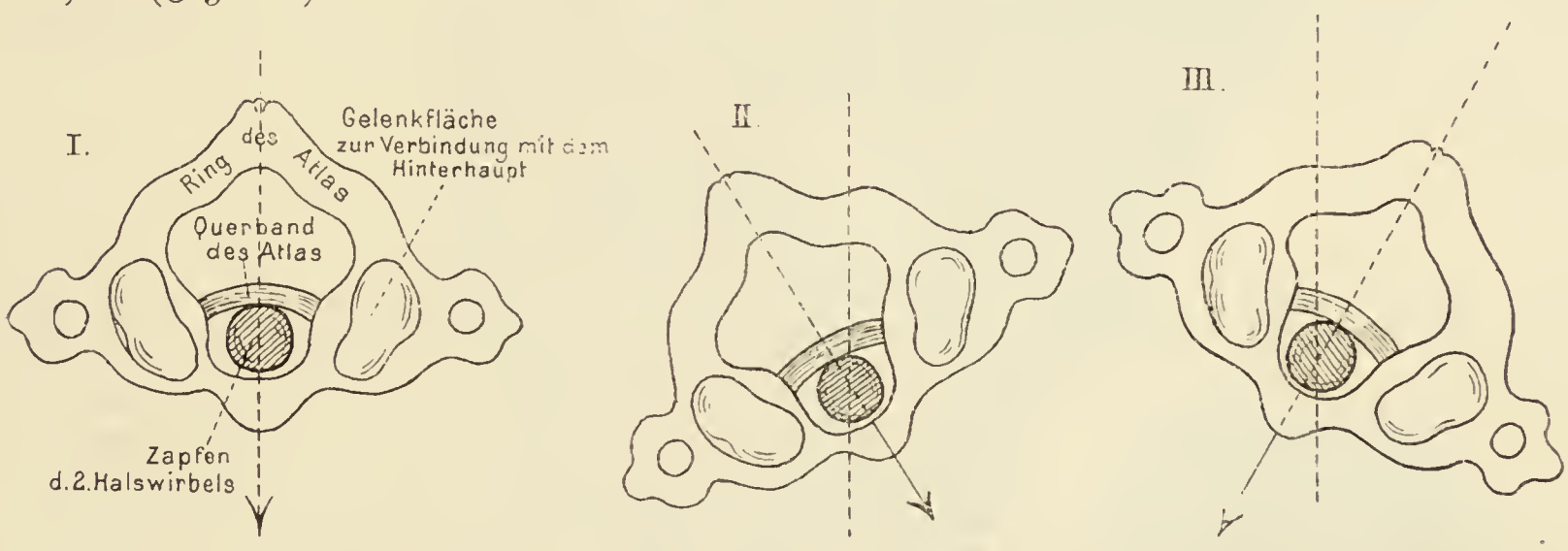


Fig. 11. Drehung des Atlas um den Zahn des 2. Halswirbels. I. Kopf grade aus gehalten. II. Drehung des Kopfes nach links. III. Drehung nach rechts.

5. Gemischte Gelenke nennt man Vereinigungsformen mehrerer der vorgenannten Gelenkarten. Gemischte Gelenke.

6. Straffe Gelenke (Amphiarthrosen) sind solche, wo die zum Gelenk vereinten Knochen sich mit platten oder nur mäßig gekrümmten Gelenkflächen an einander legen und durch starke straffe Bänder so fest zusammengehalten werden, daß nur eine ganz geringe Beweglichkeit vorhanden ist. Typisch sind hierfür die Gelenke der Hand- und Fußwurzel. Dadurch, daß hier eine Anzahl von straffen Gelenken nebeneinander angeordnet sind, deren sehr geringe Bewegungsmöglichkeiten sich addieren, ergibt sich doch ein gewisser Grad von Bewegungsfähigkeit und Elastizität verbunden mit außerordentlicher Festigkeit und Tragkraft. Straffe Gelenke.

§ 11. Unbewegliche Knochenverbindungen.

Unbewegliche Verbindungen der Knochen.

1. Nähte (suturae). Man unterscheidet: Nähte.
   a) wahre Nähte: Zwei breite Knochen werden durch wechselseitiges Ineinandergreifen ihrer stark ausgezackten Ränder aufs festeste zusammengehalten (Knochen des Schädeldachs). (Fig. 12.)

b) falsche Nähte: Aneinanderstoßen von Knochenrändern ohne Zacken. Solche kommen nur an den Kopfknochen vor, z. B. die Schuppennaht, welche das Schläfenbein mit dem Scheitelbein verbindet. (Fig. 14).

Fugen.

Fig. 12. Ein Stück Naht zwischen zwei Schädelknochen.

Einkeilungen.

2. Fugen: überknorpelte Knochenflächen, welche durch straffe Bandapparate (Bandhaft) oder eine eingeschobene Knorpelplatte (Knorpelhaft, auch Symphyse oder Synchondrose genannt) fest zusammengehalten werden, so daß nur eine kaum merkliche Beweglichkeit bleibt.

3. Einkeilungen: bei welchen Knochen fest in einem andern stecken, so die Zähne im Ober- und im Unterkiefer. —

Die Gelenke sind sämtlich paarig — mit Ausnahme des Gelenks zwischen erstem (Atlas) und zweiten Halswirbel.

Die Fugen sind unpaar — mit Ausnahme der Fuge zwischen Kreuz- und Darmbein.

Die Gelenke kommen vorzugsweise vor an den paarigen Knochen der Gliedmaßen und des Brustkorbes.

Die Fugen finden sich ausnahmslos an der Wirbelsäule, den Brustbeinstücken und dem Becken — also an den unpaarigen Knochen des Rumpfes.

§ 12. Der Kopf.

Knochen des Kopfes.

Der knöcherne Schädel — das feste Gerüst des menschlichen Kopfes — besteht aus einer eiförmigen Kapsel, dem Hirnschädel, welcher das Gehirn einschließt, und dem Gesichtsschädel (Fig. 13). Letzterer giebt das feste knöcherne Gerüst zu mehreren Höhlen für die Sinnesorgane (Nasenhöhlen, Augenhöhlen und Gehörgänge; letztere liegen am entferntesten von einander; näher die Augenhöhlen; die Nasenhöhlen stoßen zusammen) ab, sowie zu den Vorhallen für die Atmungs- und Verdauungsorgane (Nasen-, Mund- und Rachenhöhle).

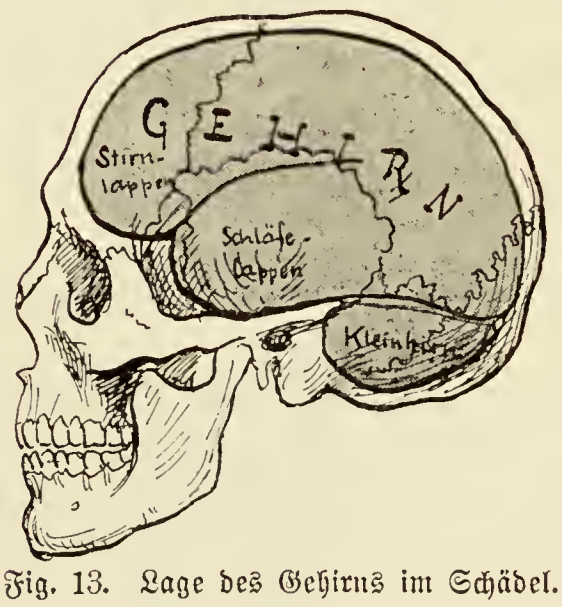


Fig. 13. Lage des Gehirns im Schädel.

Die Grenze von Gesichts- und Hirnschädel bildet im Antlitz eine durch die oberen Ränder der beiden Augenhöhlen gelegte horizontale Linie, so daß die Nasenwurzel den Gesichts- und Hirnschädelanteil des Antlitzes scheidet.

Die Zahl der Knochen des Kopfes beträgt 22; davon sind 8 Schädel- und 14 Gesichtsknochen. Nur ein einziger von diesen ist beweglich: der Unterkiefer (Fig. 14).

§ 13. Die Schädelknochen.

Die Schädelknochen.

Die knöcherne Kapsel, welche das Gehirn umschließt und in ihrer Form und Ausdehnung sich nach der Gestalt des Hirnes entwickelt, die Hirnschale oder der Hirnschädel, zerfällt in den Schädelgrund und das Schädeldach oder Schädelgewölbe. Der umschlossene Raum heißt die Schädelhöhle.

Die Hirnschale wird gebildet von acht Knochen, und zwar:

4 paarigen: { 2 Scheitelbeine,
2 Schläfenbeine

und 4 unpaarigen: { Hinterhaupt-, Keil-, Stirn-, Sieb- } bein.

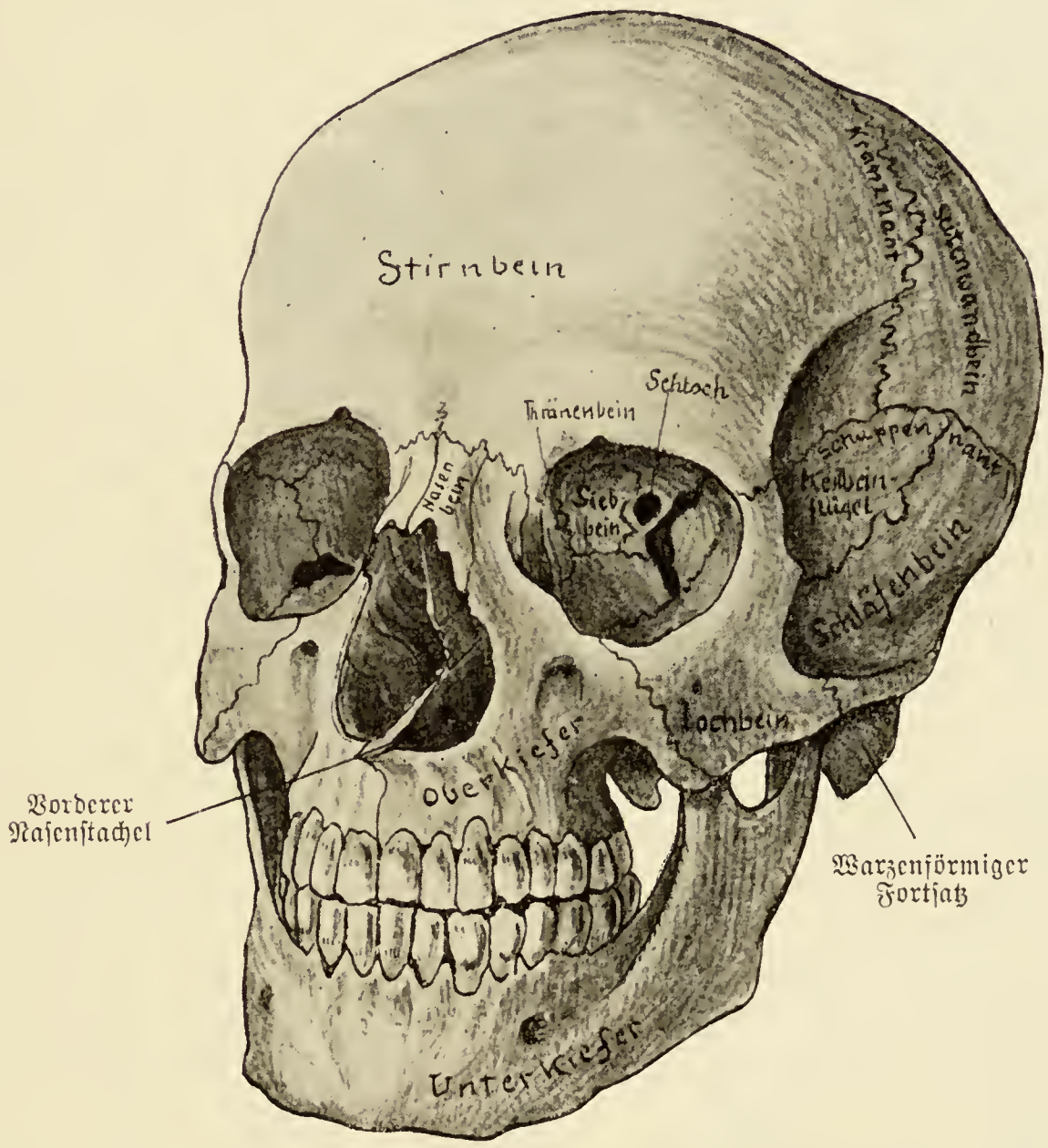


Fig. 14. Ansicht des Schädels eines Erwachsenen.

Das Stirnbein zerfällt in den muschelförmigen Stirnteil und den Augenhöhlenteil. Stirnbein.

Am Stirnteil und für die Form des Gesichts besonders bestimmend die mehr oder weniger entwickelten Augenbrauenbogen, die Stirnhöcker und der den Übergang zur Nase bildende Stirn-Nasenwulst. Hinter letzterem, mit der Nasenhöhle in Verbindung stehend und nach den Augenbrauen hin verlaufend, liegen im Stirnbein die beiden Stirnhöhlen.

Den Augenhöhlenteil des Stirnbeins bildet die obere Wand der Augenhöhlen.

Die Scheitelbeine sind zwei schalenförmige viereckige Knochen. Scheitelbeine

Das Hinterhauptbein zeigt einen muschelförmigen Hauptteil, die Hinterhauptschuppe, einen Grundteil und die beiden Seiten- oder Gelenkteile. Diese sind um das große Hinterhauptloch so gruppiert, daß der Grundteil vor demselben sich befindet, die Hinterhauptschuppe nach hinten, die Gelenkteile seitlich. Hinterhauptbein.

Die Gelenkteile tragen zwei Gelenkflächen, welche mit den entsprechenden Gelenkflächen des ersten Halswirbels, des Atlas, ein Scharniergelenk bilden; mittels dieser Gelenkflächen ruht also der Kopf auf der Wirbelsäule.

Zwischen den Gelenkteilen befindet sich das ovale große Hinterhauptsloch, durch welches das Rückenmark, aus dem Wirbelkanal kommend, in die Schädelhöhle tritt, um sich mit dem Gehirn zu verbinden.

Am Hinterhaupt oder Schuppenteil fällt an der inneren, der Schädelhöhle zugekehrten Fläche auf die kreuzförmige Erhabenheit, wodurch vier flache Gruben entstehen zur Aufnahme der beiden Hinterlappen des Großhirns sowie der beiden Halbkugeln des Kleinhirns.

An der äußern (hintern) Fläche der Hinterhauptsschuppe befinden sich verschiedene bogenförmige Linien, den Ansatz der den Kopf haltenden Nackenmuskeln bezeichnend. Je muskelkräftiger der betreffende Mensch war, um so kräftiger sind die Kämme dieser Linien entwickelt. In der Mitte dieser Leisten befindet sich der Hinterhauptstachel — beim Lebenden unter der Kopfhaut meist gut zu fühlen — für den Ansatz des starken Nackenbandes.

Keilbein. Das Keilbein ist der feste Schlußstein des Schädelgewölbes. Nach hinten stößt es an den Grundteil des Hinterhauptbeines. Man unterscheidet an diesem sehr mannigfach gestalteten Knochen den Körper und die Flügel, letztere tragen zum Abschluß der Schädelhöhle, Augenhöhle und Schläfengrube bei.

Siebbein. Das Siebbein ist die knöcherne Unterlage für das Riechorgan. Durch die siebartigen zahlreichen Löcher seiner vorn am Schädelgrund liegenden horizontalen Platte treten die Riechnerven hindurch, um abwärts in der Nasenschleimhaut zu enden.

Schläfenbein. Die Schläfenbeine zerfallen: 1. in einen flachen Schuppenteil (der an das Seitenwandbein anstoßend, die Wand der Schläfengrube bildet) mit der Gelenkgrube für das Unterkiefer- oder Kaugelenk. Davor liegt der Jochfortsatz, welcher, mit dem Jochbein zum Jochbogen sich vereinend, für Form und Charakter des Antlitzes mitbestimmend wird. 2. den Warzenteil. Derselbe trägt als Anheftungsstelle für wichtige Muskeln des Halses den Warzenfortsatz. 3. den Felsenteil. Derselbe birgt in seiner dreieckigen Pyramide das Hörorgan, welches in der äußern Hröffnung kurz unter dem Jochfortsatz und dicht vor dem Warzenfortsatz nach außen mündet (s. Fig. 17).

§ 14. Nähte zwischen den Schädelknochen.

Nähte der Schädelknochen. Die das Schädeldach bildenden Knochen sind durch folgende Nähte miteinander verbunden (Fig. 15):

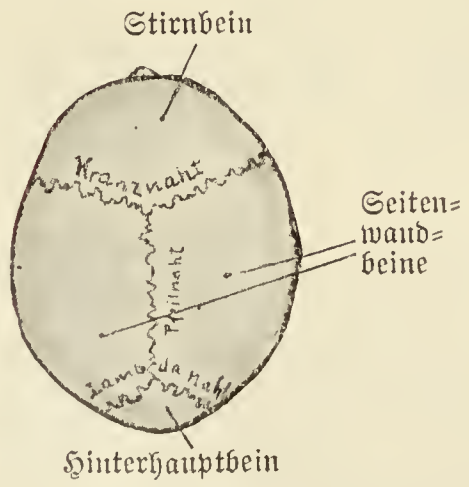


Fig. 15. Schädel von oben.

1. Die Kranznaht: zwischen Stirnbein und Seitenwandbeinen.

2. Die Pfeilnaht: in der Mittellinie des Kopfes die beiden Seitenwandbeine verbindend.

3. Die Lambdanaht (so genannt wegen der Ähnlichkeit ihrer Form mit dem griechischen Buchstaben Λ = Lambda = L): verbindet das Hinterhauptbein mit den Seitenwandbeinen.

4. Die Schuppennaht: verbindet das Schläfenbein mit den Seitenwandbeinen und dem großen Keilbeinflügel.

An dem Schädel des neugeborenen Kindes sind noch keine Nähte zwischen den Knochen des Schädeldaches vorhanden. Der feste knöcherne Verschluß tritt erst nach vollzogener Entwickelung des Gehirns ein. An denjenigen Stellen, wo mehr als zwei Knochen zusammenstoßen, wie dies am Anfang und Ende der Pfeilnaht der Fall ist, befinden sich Lücken im knöchernen Schädeldach, die nur durch Hautbrücken überdeckt sind. Diese Lücken, in welchen also das Gehirn des kleinen Kindes nur von weicher Haut bedeckt ist, heißen Fontanellen. Von diesen sind namentlich wichtig 1. die große oder Stirn-Fontanelle, viereckig geformt, zwischen Stirnbein und Seitenwandbeinen, auf dem Scheitel, kurz oberhalb der Grenze des Haarwuchses gelegen, und 2. die kleine oder Hinterhauptsfontanelle, zwischen Seitenwandbeinen und Hinterhauptsbein, am Hinterkopf gelegen, und dreieckig geformt. Die verschiedene Form der beiden Fontanellen erklärt sich aus der verschiedenen Art der Entwickelung der Schädelknochen: während Seitenwandbein und Hinterhauptsbein von je einem Verknöcherungspunkt sich bilden, hat das Stirnbein deren zwei — als Stirnhöcker bleibend ausgeprägt, an mancher Stirn außerordentlich deutlich (Fig. 15a). Fontanellen.

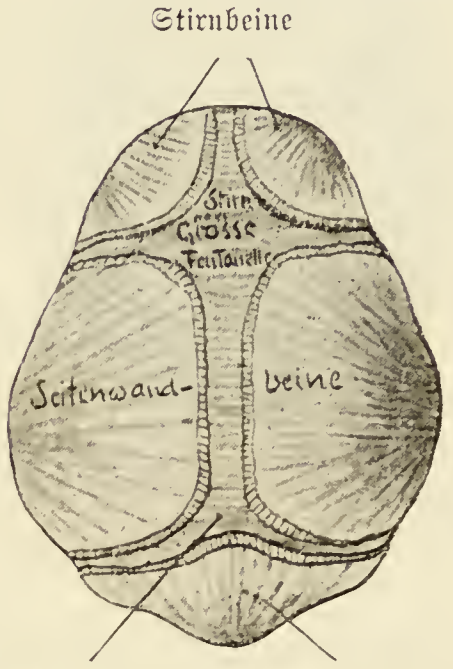


Fig. 15a. Schädel des Neugeborenen von oben gesehen.

Die Fontanellen bleiben noch eine geraume Zeit während des ersten Lebensjahres offen. Ihre verschiedene Form gestattet durch Abtasten des Kindskopfes in den mütterlichen Geburtswegen die Lage des Kopfes zu bestimmen, was für die Hülfe bei schwererer Geburt unter Umständen von entscheidender Wichtigkeit ist.

Vorzeitige knöcherne Verwachsung der Schädelnähte hemmt die Entwickelung des Gehirns und kann so dauernde geistige Beschränkung (Kretinismus, Idiotie) verursachen. — Bei der oben erwähnten englischen Krankheit bedingt die Störung des

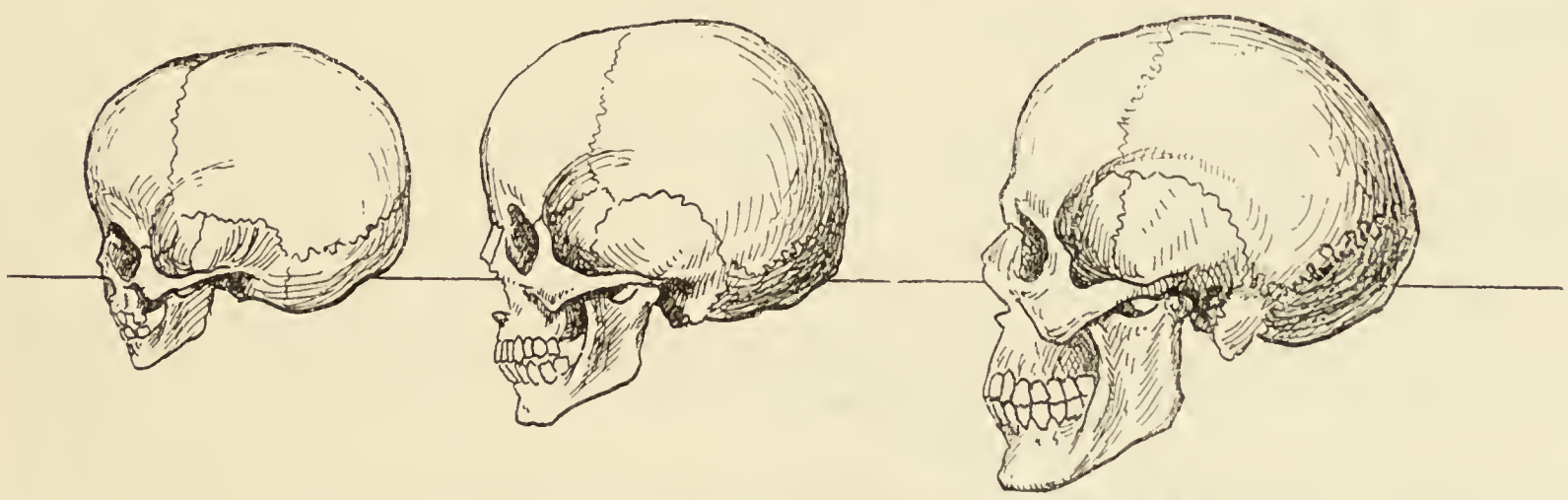


Fig. 16. Entwickelung des Schädels: I. Schädel des einjährigen Kindes; II. Schädel des 10jährigen; III. Schädel des Erwachsenen.

natürlichen Knochenwachstums auch einen verspäteten Schluß der Fontanellen. Dieselben stehen dann oft noch im zweiten Lebensjahr weit offen, und lassen das Pulsiren der Gefäße des unter dem dünnen häutigen Verschluß liegenden Gehirns deutlich durchfühlen.

§ 15. Schädelgrund.

Am Schädelgrund finden sich drei Gruben durch Knochenerhabenheiten abgetrennt: Schädelgrund.

1. Die vordere Schädelgrube, zur Aufnahme der Stirnlappen des Großhirns;

2. Die mittlere Schädelgrube, in Gestalt einer liegenden Acht ∞, zur Aufnahme der Schläfenlappen des Großgehirns;

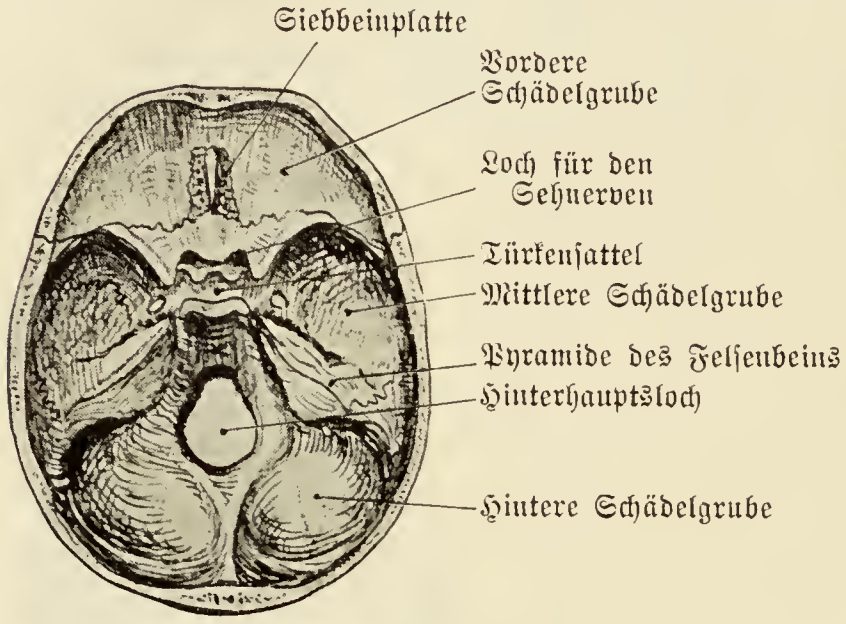


Fig. 17. Schädelgrund.

3. Die hintere Schläfengrube zur Aufnahme der Hinterlappen des Großhirns, sowie des Kleinhirns (Fig. 17).

Zahlreiche Durchbohrungen, Spalten und Kanäle in und zwischen den Knochen des Schädelgrundes gestatten den Austritt der 12 Hirnnervenpaare, sowie den Ein- und Austritt der Blutgefäße des Gehirns.

Das in der hinteren Schädelgrube gelegene große Hinterhauptloch für die Verbindung des Hirns mit dem Rückenmark ist bereits oben erwähnt.

§ 16. Die Gesichtsknochen.

Gesichtsknochen.

Von den 14 Gesichtsknochen sind 13 zu einem unbeweglichen festen Ganzen verbunden; nur einer, der Unterkiefer, ist beweglich.

12 Gesichtsknochen sind paarig, und zwar zählen wir:

2 Oberkieferbeine,
2 Jochbeine,
2 Gaumenbeine,
2 Nasenbeine,
2 Thränenbeine,
2 Muschelbeine,

unpaarig sind das Pflugscharbein und der Unterkiefer.

Oberkiefer.

Der Oberkiefer besteht:

1. aus dem Körper. Die obere Fläche desselben bildet den Boden der Augenhöhle. Der Körper ist hohl, und birgt die mit der Nasenhöhle in Verbindung stehende Highmorshöhle;

2. aus dem Zahnfortsatz, welcher die obere Zahnreihe trägt;

3. aus dem Gaumenfortsatz, welcher mit dem Gaumenfortsatz der anderen Seite den Hauptteil des knöchernen Gaumendaches bildet;

4. aus dem Nasenfortsatz und

5. aus dem Jochfortsatz, der mit dem Jochbein verbunden ist.

Das die Schneidezähne tragende Stück des Oberkiefers ist bei den Säugetieren ein besonderer Knochen: der Zwischenkiefer. Kein Geringerer als Wolfgang Goethe wies nach, daß der Zwischenkiefer auch beim Menschen als besonderer Knochen, der nur schließlich mit dem Oberkiefer verschmilzt, angelegt ist.

Jochbein.

Das Jochbein bildet mit den Jochfortsätzen des Schläfenbeines (nach hinten) und des Oberkiefers (nach vorn) verbunden den Jochbogen, welcher die Schläfengrube unten überbrückt. Besonders starke Entwickelung der Jochbogen ist eine Rasseneigentümlichkeit z. B. bei den Mongolen (Breitgesicht).

Unterkiefer.

Am Unterkiefer sind zu unterscheiden: Der Körper, Träger der unteren Zahnreihe, Unterlage des Kinns, je nach seiner Entwickelung und Gestaltung zum Gesamtausdruck des Antlitzes erheblich beitragend, und die senkrecht aufsteigenden Äste. Am

Ende eines jeden der Äste befindet sich nach vorn der Kronenfortsatz — Ansatzpunkt eines der kräftigsten Kaumuskeln, nämlich des Schläfenmuskels, — nach hinten der Gelenkfortsatz, welcher mit der entsprechenden Gelenkgrube des Schläfenbeins das Kiefergelenk bildet.

Kiefergelenk.

Das Kiefergelenk ist zwar seinem Bau nach ein Scharnier-Gelenk, wird aber durch das Vorhandensein eines Zwischenknorpels nach mehreren Richtungen hin beweglich. Daher kann der Unterkiefer nicht nur in umfänglichem Maße auf und ab — Öffnen und Schließen des Mundes — bewegt werden, sondern auch nach beiden Seiten — mahlende Bewegung beim Kauen —, ja ein wenig nach vor- und rückwärts.

§ 17. Höhlen und Gruben des Gesichts.

Gesichtsschädel als Ganzes.

Der Gesichtsschädel ist an den Hirnschädel derart angesetzt, daß der Schädelgrund die obere Wand der hier liegenden Gesichtshöhlen bildet: Die Nasenhöhle wird nach oben abgeschlossen durch das Siebbein; die fast viereckig gestalteten Augenhöhlen durch das Stirnbein.

Nasenhöhle.

Die Nasenhöhle ist durch eine in der Mittelebene des Körpers stehende dünne Platte, die Nasenscheidewand in zwei symmetrische Hälften geteilt. Die Nasenscheidewand ist hinten und oben knöchern (Pflugscharbein und senkrechte Platte des Siebbeins), vorn dagegen knorpelig. Eine jede Nasenhöhle wird durch drei Nasenmuscheln, welche zwischen sich und dem Boden der Nasenhöhle die drei Nasengänge — dieselben führen nach hinten zum Schlunde — lassen, noch besonders verwickelt gestaltet. Dadurch, daß die Nasenmuscheln ebenso wie Seitenwände und Scheidewand der Nase von der Nasenschleimhaut überzogen werden, erlangt die letztere eine erheblich größere Oberfläche.

Die Nasenhöhlen bilden beim gewöhnlichen Ein- und Ausatmen mit geschlossenem Munde den Weg für die Atemluft. Diese muß also durch die rings mit feuchter Schleimhaut bekleideten Nasengänge streichen. Dadurch wird bewirkt, daß die eingeatmete Luft, bevor sie zu den tieferen Luftwegen, durch den Kehlkopf zu den Lungen, gelangt, in der Nase vorgewärmt und angefeuchtet wird; daß ferner gröbere mit eingeatmete Staubteilchen an der feuchten klebrigen Nasenschleimhaut der engen zu passierenden Nasengänge haften bleiben und nicht in Kehlkopf und Luftröhren eindringen. Mit dem Nasenschleim — der bei Aufenthalt in stark staubiger oder rußhaltiger Luft deshalb schmutzig, ja schwärzlich gefärbt erscheint — wird dieser so unschädlich gemachte Staub aus dem Körper wieder entfernt.

Die knöchernen Öffnungen der Nasenhöhlen im Gesichtsschädel sind von breiter birnförmiger Gestalt. Sie werden wesentlich verengert und erhalten die Form der Nasenlöcher durch das Knorpelgerüst der Nase.

Die Nasenhöhlen stehen jederseits in Verbindung mit der Highmorshöhle des Oberkieferbeins, der Stirnhöhle des Stirnbeins, sowie mit der Augenhöhle durch den Thränennasengang des Thränenbeins, in welchen Gang von den inneren Enden der Augenlider her die Thränen-Kanälchen münden, und die flüssige Absonderung der Thränendrüsen der Nase zuführen.

Augenhöhle.

Die tiefe Augenhöhle hat die Gestalt einer vierseitigen Pyramide mit abgestumpften Kanten, deren Spitze nach hinten, d. h. in den Kopf hinein gerichtet ist. An der Spitze der Pyramide liegt ein rundes Loch, das Sehloch. Durch dasselbe tritt der Sehnerv vom Gehirn her zum Augapfel. Die Augenhöhle ist ausgefüllt mit

Fettgewebe, in welchem nach vorn der runde Augapfel, am Sehnerven wie eine Kirsche auf ihrem Stiel sitzend, weiterhin die 7 Augenmuskeln, welche den Augapfel nach jeder Richtung hin drehen können, während einer das obere Augenlid hebt, eingebettet liegen. Endlich liegt in der Augenhöhle, nach außen und oben vom Augapfel, die Thränendrüse.

Unten und außen vor der Augenhöhle liegt der Backenknochenvorsprung oder der Jochbogen.

Mundhöhle. Die Mundhöhle ist infolge der Beweglichkeit des Unterkiefers von wechselnder Gestalt und Größe. Ihre obere Wand wird vorzugsweise gebildet durch die knöcherne Gaumenplatte des Oberkiefers, vom Zahnfortsatz desselben Knochens und der oberen Zahnreihe hufeisenförmig umschlossen. Wenn die Gaumenplatten der beiden Oberkieferbeine nicht miteinander verwachsen, sondern spaltförmig offenbleiben, so daß Mund- und Nasenhöhle offen miteinander in Verbindung stehen, so entsteht die als „Wolfsrachen" bezeichnete Mißbildung. Dieser Spalt kann als „Hasenscharte" sich auch in die Haut der Oberlippe, bis zur Nase hinreichend, fortsetzen.

Die untere Wand der Mundhöhle wird durch Muskeln gebildet.

Nach hinten setzt sich die Mundhöhle fort in den Schlundkopf oder Rachen.

Schläfengrube. Seitlich hinter den Augenhöhlen liegt beiderseits am Schädel eine große flache Grube, die Schläfengrube, welche durch den Jochbogen überbrückt wird. Sie setzt sich nach unten fort in die tiefe Flügelgaumengrube.

§ 18. Die Zähne.

Zähne. Im Ober- und Unterkiefer stecken zusammen 32 Zähne, so daß jede Zahnreihe von 16 Zähnen gebildet wird.

In jeder Reihe befinden sich: vier Schneidezähne, in der Mitte unter der Nasenöffnung befindlich und meißelförmig zugeschärft; zwei Eckzähne oder Augenzähne, weil senkrecht unter dem inneren Augenwinkel stehend, mit zugespitzter Krone; vier Backzähne, die eine breitere, mit je zwei stumpfen Höckern besetzte Kaufläche besitzen; und sechs Mahlzähne (oder große Backzähne) mit je 4—5 Höckern auf der Mahlfläche.

Zahnwechsel. Diese bleibenden 32 Zähne brechen in bestimmter Reihenfolge hervor nach dem 7. Lebensjahr, der Zeit des Zahnwechsels, die meist mit dem 12. Lebensjahr beendet ist, mit Ausnahme des hintersten (3. Mahl- oder 5. Backzahn), der erst zwischen dem 18. und 24. Lebensjahr, zuweilen noch später, durchbricht, und darum auch Weisheitszahn genannt wird.

Vor dem 7. Lebensjahr tragen die Kiefer die Milchzähne, 20 im ganzen; in jeder Zahnreihe 4 Schneide-, 2 Eck- und 4 Backzähne. Sie brechen hervor zwischen dem 6. und 24. Lebensmonat, werden zur Zeit des Zahnwechsels verloren und durch die bleibenden Zähne ersetzt.

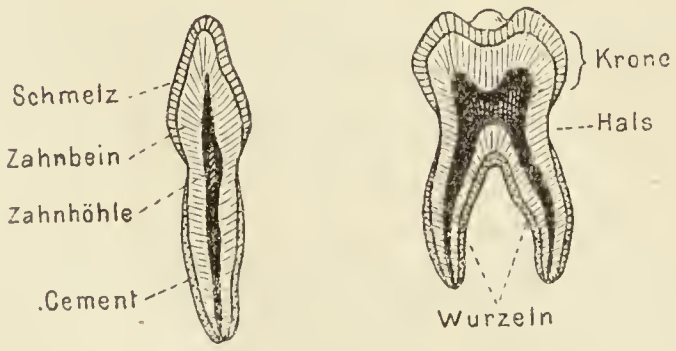


Fig. 18 u. 19. Durchschnitt eines Schneide- und eines Mahlzahnes.

An jedem Zahn unterscheidet man die Krone, den frei in die Mundhöhle ragenden Teil, und die in das Zahnloch eingekeilte Wurzel. Die Mahlzähne haben im Unterkiefer zwei, im Oberkiefer drei Wurzeln. Zwischen Krone und Wurzel befindet sich der vom Zahnfleisch umwachsene Hals.

Der Zahn besteht aus dem Zahnbein, als Hauptmasse des Zahns, dem harten emailleartigen Schmelz, welcher die Krone des Zahns bedeckt, und der Knochen- oder Zementsubstanz, welche den Zahn im Zahnfach festkittet. Im Innern des Zahns ist die Zahnhöhle, worin der Zahnkeim (Pulpa) mit Zahnnerv und Blutgefäßen liegt (Fig. 18 u. 19).

§ 19. Gesichtsbildung und Schädelform.

Gesichtsbildung.

Für die Breite des Gesichts ist vor allem bestimmend eine Linie, welche die beiden hervorragendsten Punkte der Jochbogen, die Wangenhöcker oder Backenknochen, miteinander verbindet. Je nach dem Verhältnis dieser Linie 1. zur Stirnbreite und 2. zur Gesichtshöhe, d. h. der senkrechten Entfernung der Nasen-Stirngrenze vom untersten Rande des Unterkiefers unterscheidet man Breitgesichter und Schmalgesichter und ihre Zwischenformen als Haupttypen der Gesichtsbildung (Fig. 20 u. 21).

I. II.

Fig. 20 u. 21. I. Schmalgesichtiger, II. Breitgesichtiger Schädel.

Wichtiger ist das Verhältnis von Gesichts- und Gehirnschädel. Im allgemeinen steht eine Menschenrasse geistig um so höher, je größer das Hirn im Verhältnis zum Gesichtsschädel ist. Je niedriger eine Menschenrasse steht, um so mehr überwiegt das Gesicht, namentlich die Entwickelung der Kiefer, um so mehr springt die Mundpartie schnauzenartig vor, nie jedoch in dem Maße, wie das bei den Tieren, selbst den höchstentwickelten Affen der Fall ist. Hier besteht eine ganz bestimmte Scheidung.

Je nachdem die Zähne des Ober- und Unterkiefers senkrecht übereinanderstehen, oder schräg nach vorn geneigt, einen Winkel miteinander bilden und sich schnauzenartig vorschieben, unterscheidet man Gradzähner (orthognathe Schädel) und Schiefzähner (prognathe Schädel). Gradzähner sind z. B. die meisten Völker des indogermanischen Sprachstammes; Schiefzähner die afrikanischen Stämme, die Australneger, Mongolen usw.

Gesichtswinkel.

Mathematisch suchte schon der holländische Anatom Petrus Camper († 1789) diese Verhältnisse in dem berühmten Camperschen Gesichtswinkel (Fig. 22—26) darzustellen. Verbindet man den Punkt, wo die Oberlippe mit dem untern Rand der Nasenscheidewand (am knöchernen Schädel ein hier befindlicher Knochenvorsprung, der Nasenstachel) zusammentrifft, durch eine Linie mit der Gehörsöffnung, und legt eine zweite Linie von dem im Profil vorspringendsten Punkte der Stirn zum Rand der Schneidezähne des Oberkiefers, so schließen diese beiden Linien einen Winkel, den Gesichtswinkel, ein, dessen bedeutendere oder geringere Größe für den mehr edlen oder mehr tierischen Gesichtsausdruck einen Maßstab bildet. Je größer dieser Winkel ist, desto mehr Raum hatte das Gehirn durch seine Entwickelung in Anspruch genommen, desto mehr tritt der Stirnteil des Hirnschädels über den Gesichtsschädel nach vorn und überdacht denselben. Je kleiner umgekehrt der Gesichtswinkel, desto mehr blieb das Gehirn in seiner Entwickelung zurück, und um so mehr treten die Kiefer, die Freßwerkzeuge, schnauzenförmig vor.

Dieser „Gesichtswinkel" beträgt bei den sogenannten menschenähnlichen Affen gegen 50°; beim erwachsenen Menschen 60—80°, und zwar beim Neger und Kalmücken 60—70°, beim Kaukasier oder Mittelländer 75—80°. Schädel mit einem

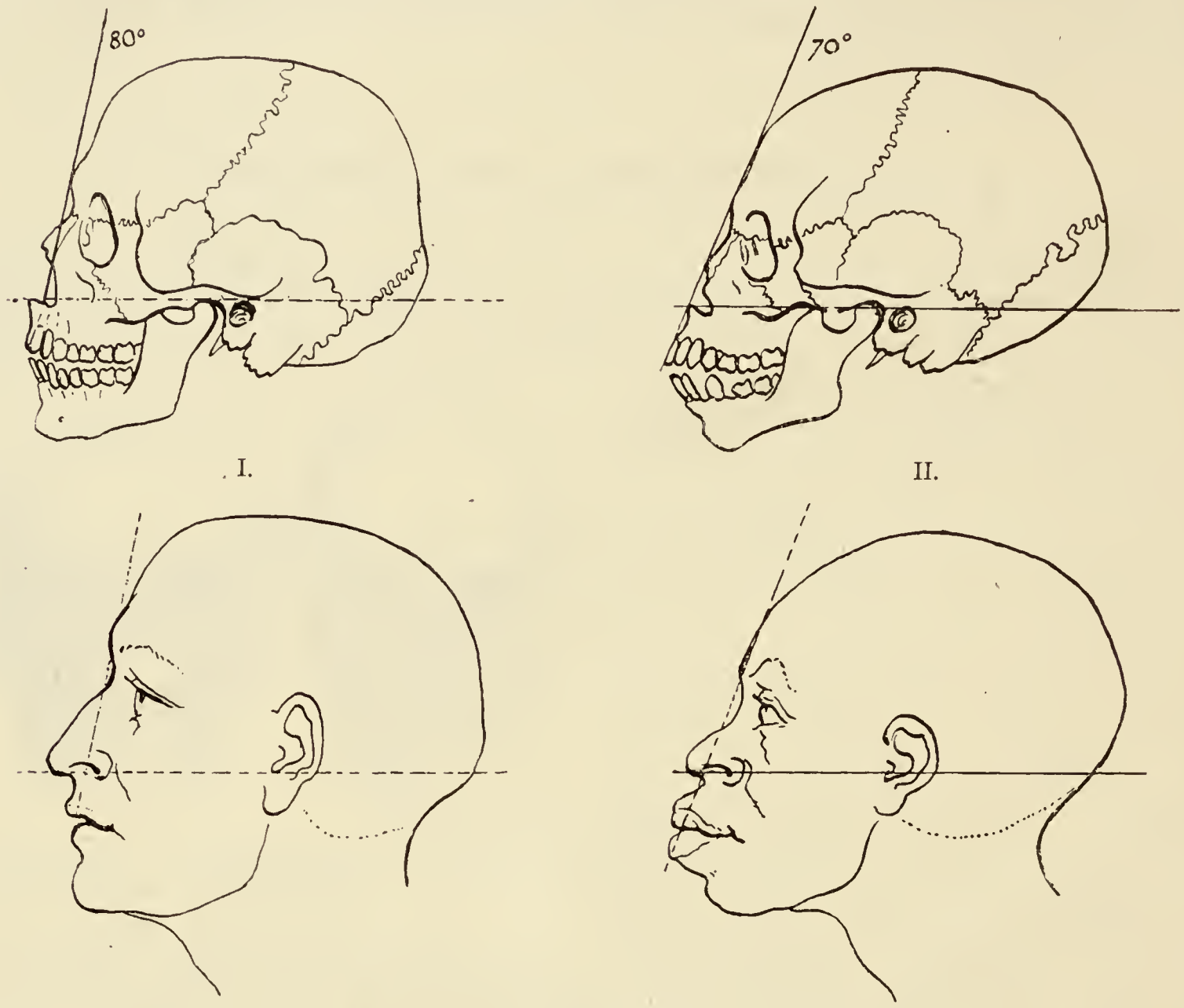


Fig. 22—25. Der Camperſche Geſichtswinkel: I. beim Europäer; II. beim Neger.

Gesichtswinkel von nur 70° und darunter sind schiefzähnig, solche mit größerem Gesichtswinkel geradzähnig. Den Marmorbildern griechischer Götter und Heroen gaben

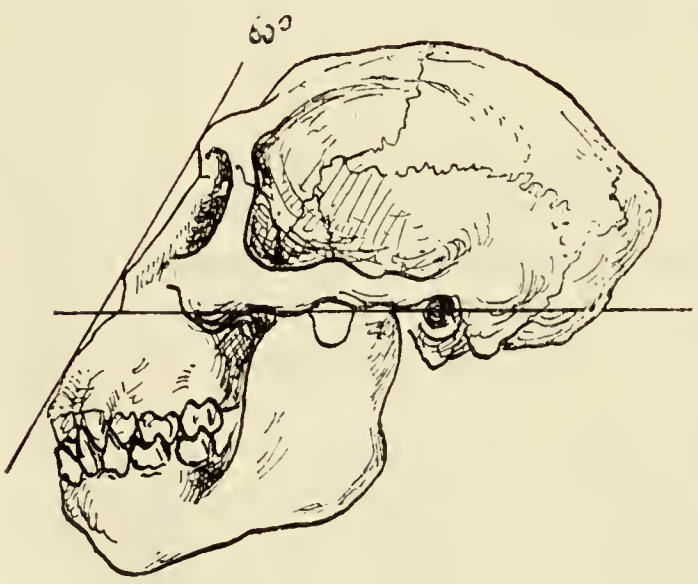


Fig. 26. Schädel des Gorilla mit dem Camperschen Gesichtswinkel.

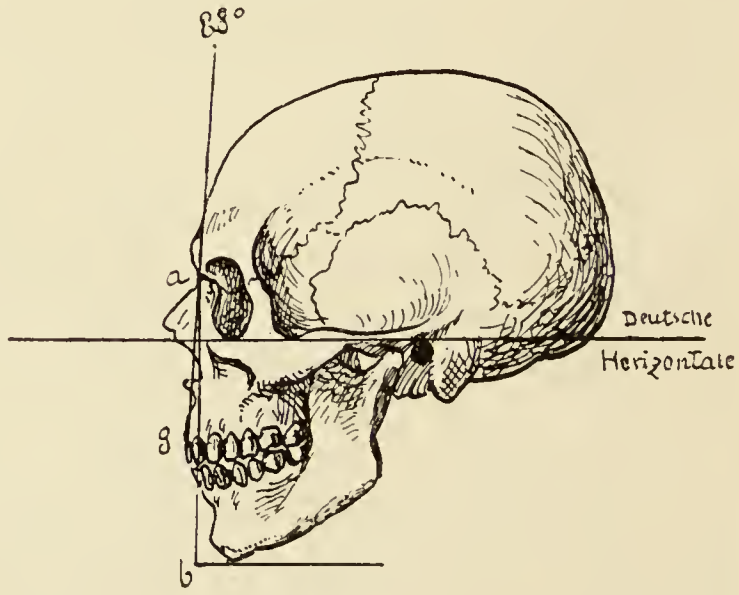


Fig. 27.

die Künstler, um den Charakter des Göttlichen und Übermenschlichen auszudrücken, einen — in der Wirklichkeit beim Menschen nicht vorkommenden Gesichtswinkel von

90—95°. Dies tritt namentlich in dem berühmten Kopfe des Zeus von Otricoli, wohl einem Abglanz des olympischen Zeus von Phidias, hervor.

Profilwinkel.

Aus wissenschaftlichen Gründen, die hier nicht erörtert werden können, mißt man heute statt des Gesichts- den sog. Profilwinkel, bezogen auf die „Deutsche Horizontale". (Fig. 27).

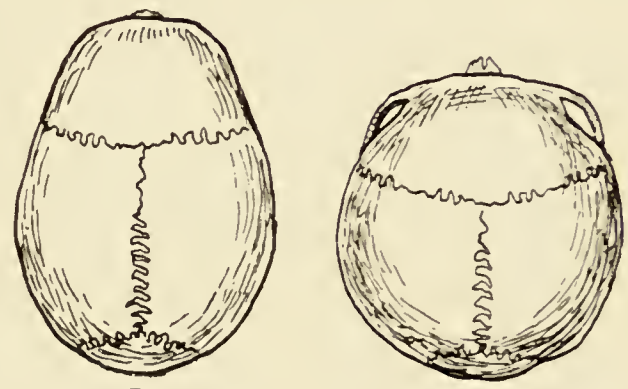
Die „Deutsche Horizontale" ist eine Linie, welche den tiefsten Punkt des untern Augenhöhlenrandes mit dem senkrecht über dem Centrum der Ohröffnung liegenden Punkt des oberen Randes des knöchernen Gehörganges verbindet. Diese Linie wird geschnitten von einer andern, die vom Mittelpunkt der Naht zwischen Stirn- und Nasenbein zum Mittelpunkt des unteren Randes vom Zahnfortsatz des Oberkiefers gezogen wird.

Die mit diesem „Profilwinkel" erhaltenen Werte sind höher als die Ziffern, welche der Camperschen Gesichtswinkel ergiebt. Man rechnet hier

bis zu 82° Schiefzähner,
83—90° Gradzähner,
91° und darüber Übergeradzähner.

Breit- und Langschädel.

Weitere wichtige Maße für die Vergleichung der Schädel bietet die Betrachtung des Schädels von oben (Fig. 28 u. 29). Je nachdem die Eiform des Schädels mehr breit oder schmal ist, unterscheidet man leicht breite und lange Schädel, sowie Zwischenstufen zwischen diesen. Um das Verhältnis von Länge und Breite des Schädels in genaue Zahlen zu bringen, mißt man die lange Achse des Schädels von vorn nach hinten und die größte Breite. Setzt man das für die Länge genommene Maß = 100, und rechnet dementsprechend das Breitenmaß um, so erhält man eine Ziffer, die als Längen-Breiten-Index oder kurz als Schädel-Index bezeichnet wird.



I. II.

Fig. 28 u. 29. I. Langschädel. II. Breitschädel.

Schädel-Index.

Ist zum Beispiel die größte Länge eines Schädels = 192 mm, die größte Breite = 142 mm, so ist

$$192 : 142 = 100 : x \text{ , und}$$

es ist also x der Schädelindex $= \frac{142 \cdot 100}{192} = 73{,}9.$

Es handelt sich bei diesem Beispiel um einen ausgesprochenen Langkopf oder Langschädel.

Ist die größte Schädellänge = 178, die größte Schädelbreite = 152, so ist der Schädelindex $= \frac{152 \cdot 100}{178} = 85{,}39.$

Hier handelt es sich um einen ausgesprochenen Rundkopf. Man teilt demgemäß die Schädel in folgende Stufen ein:

	Schädelindex
1. Langschädel (Dolichocephalen)	75.0 und darunter
2. Mittel-Langschädel (mesocephalen)	75.1—79.9
3. Kurzschädel (Brachycephalen)	80.0—85.0
4. Rundschädel (Hyperbrachycephalen)	über 85.1

Einfacher ist die Einteilung in Lang-, Mittel- und Rundköpfe, wobei 3 und 4 in eine Klasse zusammenfallen.

Für die Europäer hat man folgende beiden Hauptformen festgesetzt:

1. Langgesichtige Kurzköpfe;
2. Kurzgesichtige Langköpfe.

Dazu kommen als Mischformen:

3. Langgesichtige Langköpfe;
4. „ Mittelköpfe;
5. Kurzgesichtige Kurzköpfe;
6. „ Mittelköpfe.

Für Deutschland sind folgende Ziffern angegeben:

	nach Prozenten:		
	Langköpfe (bis 74.9)	Mittelköpfe (75—79.9)	Kurzköpfe (80 und darüber)
Deutsche insgesamt:	16	41	43
Norddeutsche (Friesen)	18	51	31
Mitteldeutsche	25	29	46
Süddeutsche (Altbaiern)	1	16	83
Tiroler (vom Unterinn bis Bozen)	0	10	90

Für Baden versuchte O. Ammon auf Grund sehr zahlreicher Messungen vor kurzem den Nachweis (die natürliche Auslese beim Menschen. Jena 1893), daß die Bevölkerung dort zwei Typen aufweise: einen mehr blonden langköpfigen germanischen Typus: Herrschernaturen von großer Intelligenz und Fassungskraft; ideal angelegt; national denkend; dem Fortschritt huldigend; wanderlustig; — und einen dunkeln rundköpfigen Typus: mäßig; arbeitsam; am Hergebrachten hängend; selbstsüchtig; seßhaft. Letzterer Typus, auf dem Lande vorherrschend, sei aus Mischung von germanischen Freien mit unfreien Mischlingen (Kelten; Römer; Hunnen u. s. w.) hervorgegangen. Daher überwiege bei den Städtern der erstere Typus.

Folgende Zahlenreihen seien hier kurz aus der Arbeit Ammons angeführt:

1. Karlsruhe Landbezirk

		Stadtbezirk		
		1. Eingewanderte	2. Halb-Städter (v. eingewanderten Vätern stammend)	3. Eigentliche Städter
Langköpfe (Index unter 80)	12,2	14,9	25,9	**33,3**
Kurzköpfe (Index über 85)	**38,2**	33,3	18,3	12,4

(Die Mittelköpfe sind der besseren Übersichtlichkeit wegen nicht berücksichtigt).

2. Freiburg Landbezirk

		Stadt		
		1. Eingewanderte	2. Halb-Städter	3. Städter
Langköpfe	12,2	12,4	22,5	**43,7**
Kurzköpfe	**38,2**	31,3	27,7	14,8

§ 20. Die Wirbelsäule (Fig. 30).

Wirbelsäule.

Die Wirbelsäule, die feste Grundsäule des Knochengerüstes, setzt sich zusammen aus 33 Wirbeln, von denen 24 freie Wirbel sind, während 5 derselben, mit einander verschmolzen, das Kreuzbein bilden, und 4 dem verkümmerten Anhang der Wirbelsäule, dem Steißbein, angehören.

Wir zählen:

7 Hals- } Wirbel; zusammen 24 freie Wirbel,
12 Brust- }
5 Lenden- }
5 Kreuzbeinwirbel, zu einem Knochen verschmolzen, } 9 unbeweg-
4 (zuweilen auch 5) Steißbeinwirbel } liche Wirbel.

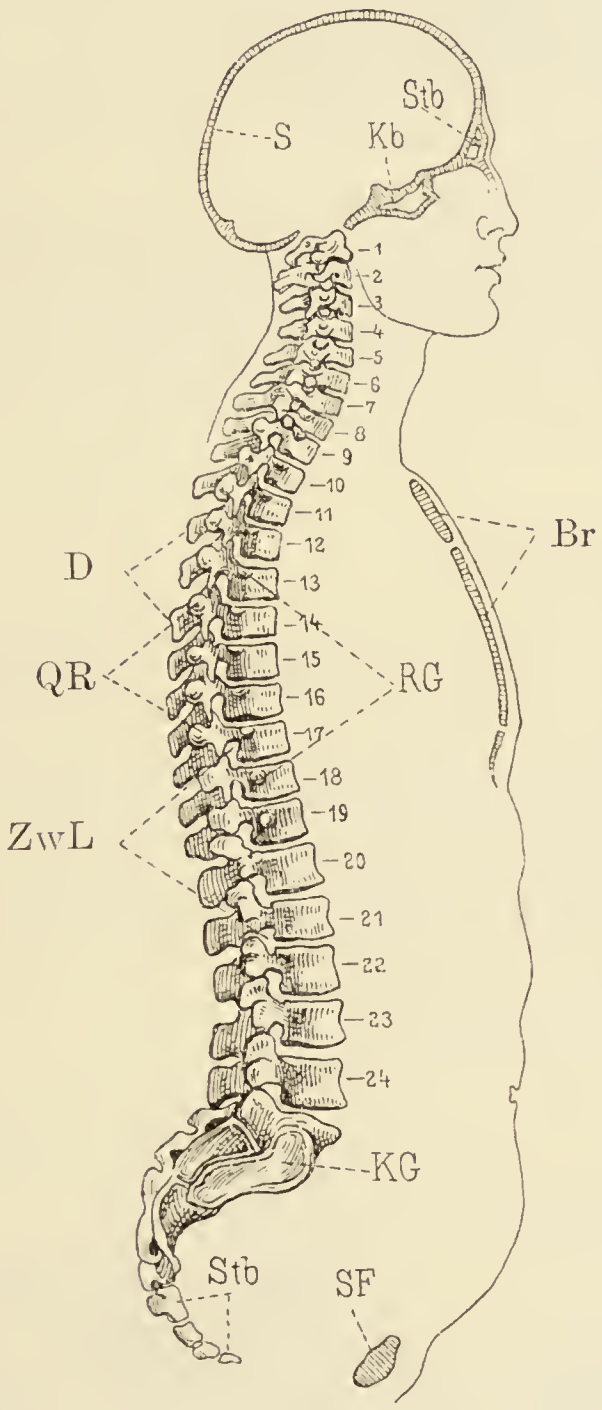


Fig. 30. Die Wirbelsäule als Ganzes. — S Schädeldecke. Stb Stirnbein. Kb Keilbein. D Dornfortsätze. QR Querfortsätze. RG Gelenkflächen für die Rippen. ZwL Zwischenwirbellöcher. KG Gelenkfläche des Kreuzbeins zur Fuge mit dem Darmbein. Stb Steißbein. SF Schamfuge. Br Brustbein.

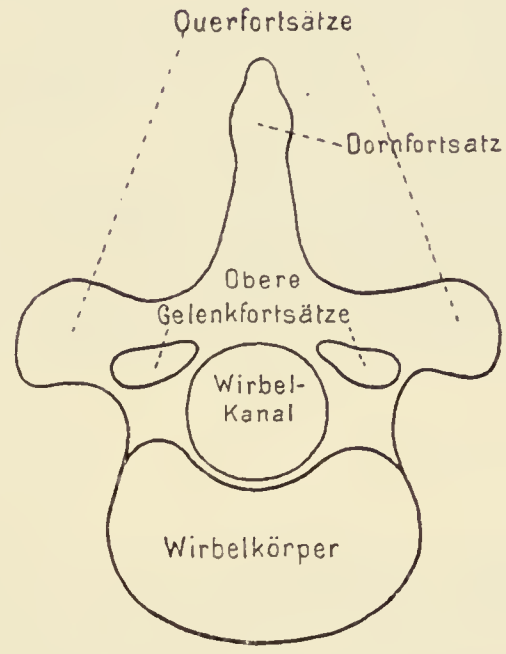


Fig. 31. Schema eines Wirbels. Ansicht von oben.

Fig. 32. Schema eines Wirbels (Brustwirbels) von der Seite gesehen.

§ 21. Schema der Wirbel (Fig. 31 u. 32).

Schema der Wirbel.

Jeder wahre Wirbel bildet einen Ring. Das vordere massige Stück desselben heißt Wirbelkörper, das hintere der Wirbelbogen. Dadurch, daß diese Ringe mit ihrer Öffnung, dem Rückenmarksloch einer auf den anderen gesetzt sind, entsteht ein Kanal, der Wirbelkanal, zur Aufnahme des Rückenmarks. Durch das Hinterhauptloch des Schädels steht der Wirbelkanal in Verbindung mit der Schädelhöhle.

Der Wirbelkörper ist oben und unten platt. Er besteht aus einer schwammigen Knochenmasse, wobei bemerkt sein mag, daß die Festigkeit der Wirbelsäule vorzugsweise auf ihren starken Bändern beruht.

An dem Wirbelbogen befinden sich 7 Fortsätze und zwar:

3 Muskelfortsätze { einer unpaar: der nach hinten gerichtete Dornfortsatz,
paarig: die seitlichen Querfortsätze,

4 Gelenkfortsätze { 2 obere mit den Gelenkflächen nach hinten,
2 untere mit den Gelenkflächen nach vorn.

Die Gelenkfortsätze greifen zu je zwei nach oben und unten in die Gelenkfortsätze des oben und unten befindlichen Wirbels ein.

An der Stelle, wo Wirbelbogen und Wirbelkörper zusammenstoßen, fällt am oberen Rand ein flacher, am unteren Rand ein tiefer Ausschnitt auf. Beide Ausschnitte vereinigen sich mit den entsprechenden Ausschnitten des darüber und des darunter liegenden Wirbels zu rundlichen Löchern: den 30 Zwischenwirbellöchern zum Austritt der Rückenmarksnerven.

§ 22. Halswirbel.

Halswirbel. Der Mensch hat wie alle Säugetiere — selbst die Giraffe — 7 Halswirbel; nur das Faultier zählt 8 oder 9, die australische Seekuh 6.

Für die Halswirbel ist zunächst im Gegensatz zu Brust- und Lendenwirbeln charakteristisch ein Loch in jedem Querfortsatz. Durch die Löcher der 6 oberen Halswirbel geht die Wirbel-Schlagader zum Gehirn. Der Körper ist niedrig und breit, der Bogen gleicht mehr den Schenkeln eines Dreiecks; das Rückenmarksloch ist mehr dreieckig als rund.

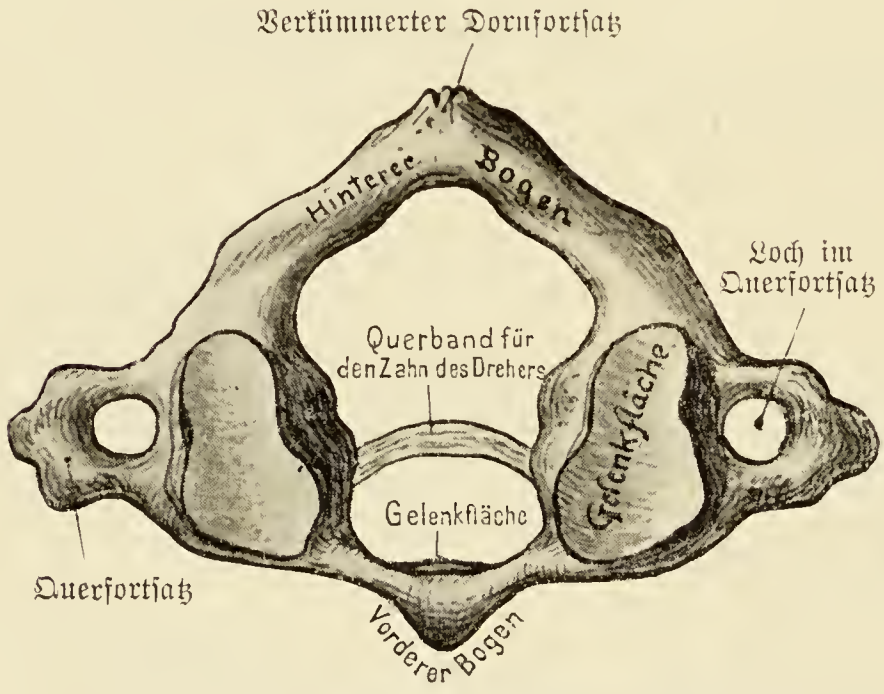


Fig. 33. Der erste Halswirbel.

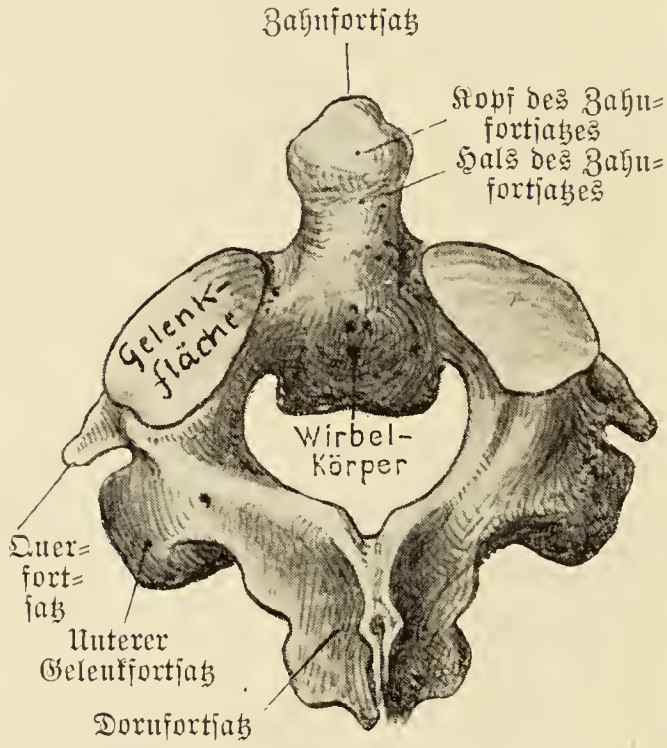


Fig. 34. Der zweite Halswirbel.

Die Dornfortsätze der mittleren Halswirbel sind gabelförmig gespalten. Am ersten Halswirbel ist der Dornfortsatz zu einem kleinen rundlichen Knopf verkümmert; wogegen der Dornfortsatz des 7. Halswirbels besonders lang, durch die Haut gut fühlbar und meist auch als rundlicher Vorsprung sichtbar ist.

Erster Halswirbel. Der erste Halswirbel — Atlas genannt, weil er das Haupt trägt wie Atlas die Erdkugel — ist ringförmig, und entbehrt des Wirbelkörpers. Es fehlen ihm die Gelenkfortsätze, an deren Stelle obere Gelenkflächen vorhanden sind zur Ver-

bindung mit den entsprechenden Gelenkflächen des Hinterhauptbeins, während die unteren Gelenkflächen auf den entsprechenden Gelenkflächen des zweiten Halswirbels aufruhen. Die Hinterfläche des vorderen Bogens ist mit Gelenkknorpel überzogen zur gelenkigen Verbindung mit dem Zahnfortsatz des zweiten Halswirbels (Fig. 33).

Zweiter Halswirbel.

Der zweite Halswirbel — Epistropheus — der Dreher, ein Name, der eigentlich dem Atlas gebührt, denn dieser dreht sich ja mit dem auf ihm lastenden Kopf um den Zahnfortsatz des Epistropheus, während das Senken und Aufrichten des Kopfes in dem Gelenk zwischen Atlas und Hinterhaupt stattfindet — ist ausgezeichnet durch den zapfenförmigen, vom Wirbelkörper nach oben aufsteigenden Zahn (Fig. 34).

§ 23. Brustwirbel.

Brustwirbel.

Da die Brustwirbel die Rippen tragen, so haben sie an den Seiten der Wirbelkörper kleine überknorpelte Gelenkflächen: an den oberen 10 Brustwirbeln jederseits zwei halbe, und am 11. und 12. Brustwirbel eine ganze Gelenkfläche für die Rippenköpfchen, und an den Querfortsätzen kleine Gelenkflächen für die Rippenhöcker (Fig. 35).

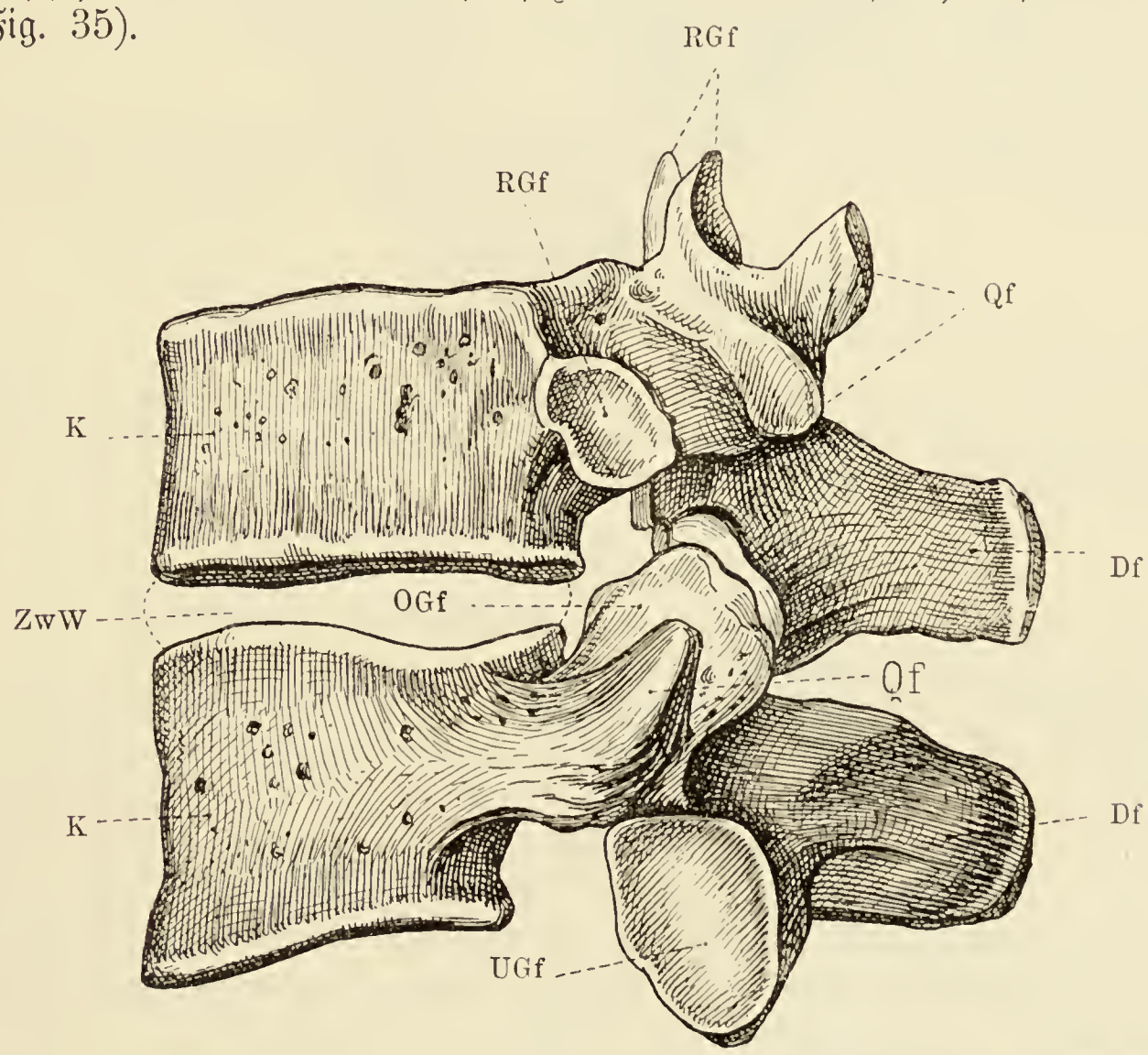


Fig. 35. Letzter Brust- und erster Lendenwirbel. — K: Wirbelkörper; OGf: Oberer, UGf: Unterer Gelenkfortsatz; Qf: Querfortsatz; Df: Dornfortsatz; RGf: Gelenkfläche für die 12. Rippe; ZwW: Lage des Zwischenwirbelknorpels.

Die Dornfortsätze sind nach abwärts gerichtet — daher ist die Brustwirbelsäule weniger beweglich. — Sie weichen oft, namentlich bei Frauen, die sich von der Kindheit an stark schnürten, seitlich, besonders nach rechts ab.

§ 24. Lendenwirbel.

Lendenwirbel.

Die Lendenwirbel zeichnen sich durch ihre Breite und Höhe aus. Die Dornfortsätze sind hoch, schmal, und horizontal gerichtet.

Diese Bauart gewährt der Lendenwirbelsäule einen besonders großen Grad von Beweglichkeit (Fig. 35).

§ 25. Kreuzbein und Steißbein.

Kreuzbein.

Das Kreuzbein oder das „Heilige Bein“ (os sacrum) der Alten, das Piedestal der Wirbelsäule, ist wie ein Keil zwischen die beiden Hüftbeine getrieben, und bildet gewissermaßen den Schlußstein des Beckens.

Seine Form ist die einer umgestürzten, nach vorn gekrümmten Pyramide mit der Basis nach oben. Man unterscheidet an dem Kreuzbein eine vordere, hohl gekrümmte, und eine hintere, mit rauhen Leisten zum Ansatz starker Rückenmuskeln versehene Fläche; ferner zwei dicke Seitenflächen zur festen Fuge mit den Hüftbeinen.

Die Achse des Kreuzbeines liegt nicht in der Verlängerung der Achse der Wirbelsäule, sondern weicht nach hinten ab. Dadurch entsteht an der Vereinigungsstelle von Lendenwirbelsäule und Kreuzbein ein vorspringender Winkel, das Vorgebirge, welches die Grenze des großen gegen das kleine Becken mit bilden hilft.

Das Kreuzbein setzt sich zusammen aus fünf mit einander verwachsenen falschen Wirbeln, es wird daher von der Fortsetzung des Rückenmarkskanals, dem Kreuzbeinkanal, durchbohrt. Entsprechend den Zwischenwirbellöchern finden sich auf der Vorder- wie Hinterfläche des Kreuzbeines vier paar Löcher für den Durchtritt der Kreuzbeinnerven: die Kreuzbeinlöcher.

Steißbein.

Das Steißbein oder Schwanzbein besteht in der Regel aus 4, zuweilen auch 5 verkümmerten Wirbeln, die ein wenig beweglich mit einander verbunden sind.

§ 26. Bänder der Wirbelsäule.

Bänder der Wirbelsäule.

Starke Bänder verbinden die einzelnen Wirbel zu einer außerordentlich festen, wenn auch nach verschiedenen Richtungen hin leicht biegsamen Säule.

Die vereinigenden Bänder befinden sich:

1) zwischen den Wirbelkörpern;
2) zwischen den Wirbelbögen;
3) zwischen den Fortsätzen der Wirbel.

1. Die Wirbelkörper werden vereinigt:

Zwischenwirbelknorpel.

a) durch die Zwischenwirbelknorpel. Zwischen je zwei Wirbelkörpern liegen feste elastische Knorpelscheiben, welche die einander zugekehrten rauhen Seiten der Wirbelkörper fest miteinander verlöten. Man vermag an die Brustwirbelsäule des Erwachsenen im Mittel ein Gewicht von 75 Kilo, an die Lendenwirbelsäule ein solches von 125—130 Kilo zu hängen, bevor sie auseinanderreißt. Als Polster zwischen den Knochenstücken der Wirbel schwächen die Zwischenwirbelknorpel die Einwirkung von Erschütterungen und Stößen, welche die Wirbelsäule in senkrechter Richtung treffen — z. B. beim Aufspringen — erheblich ab.

Die Zwischenwirbelknorpel sind besonders dick im Lendenteil — wodurch dessen Biegsamkeit erhöht wird. Die Summe der Höhen aller dieser Knorpelscheiben beträgt den vierten Teil der gesamten Höhe der Wirbelsäule. Sie verlängern die Halswirbelsäule um $^2/_5$, die Brustwirbelsäule um $^1/_7$, die Lendenwirbelsäule um $^1/_3$. An Skeletten sind sie eingeschrumpft und müssen durch künstliche Mittel (Lederscheiben) ersetzt werden, wenn anders das Skelett die richtige Höhe besitzen soll, die sein Körper im Leben besaß.

Längsbänder.

Da die Zwischenwirbelknorpel bei Belastung allmählich etwas zusammengedrückt werden, bei Fortfall der Belastung wieder zu ihrer früheren Dicke aufquellen, so ist die Körperlänge frühmorgens nach der Nachtruhe eine größere als am Abend. Der Unterschied beträgt $1^1/_2$—2 Centimeter.

b) Durch die Längsbänder. Vom Kopf bis hinunter zum Kreuzbein reichend, ziehen sie als lange Bandstreifen sowohl auf der vorderen wie auf der hinteren Fläche der Wirbelkörper — im letzteren Falle also innerhalb des Rückenmarkkanals — herab. Längsbänder.

2. Die Wirbelbögen sind vom zweiten Halswirbel ab bis zum Kreuzbein durch sehr starke elastische Bänder, die sogenannten gelben Bänder, miteinander verbunden. Gelbe Bänder.

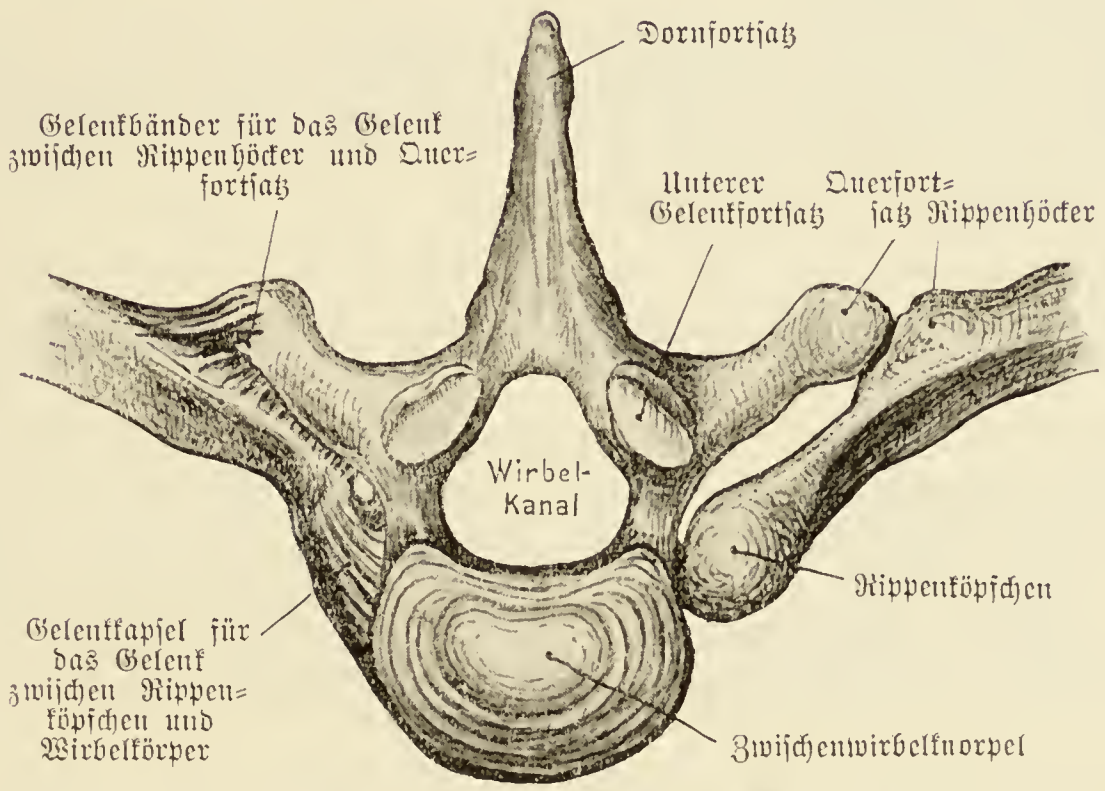


Fig. 36. Ansatz der Wirbelenden an einen Wirbel von unten gesehen. Links mit den Bändern dargestellt, rechts ohne dieselben.

3. An den Wirbelfortsätzen befinden sich
   a) an den Gelenkfortsätzen Kapselbänder für die Gelenke der Wirbel, wie ein jedes Gelenk solche besitzt (Fig. 36), Kapselbänder.
   b) zwischen den Dornfortsätzen befinden sich die Zwischendornbänder, und über die Spitzen der Dornfortsätze hinlaufend das Spitzenband. Das letztere ist namentlich stark am Halsteil der Wirbelsäule und heftet sich als Nackenband an den Hinterhaupthöcker fest. Hier ist bei stark gebeugtem Kopf das Band auch deutlich zu fühlen. Zwischendornbänder und Spitzenband.

§ 27. Gelenke zwischen Kopf und Hals.

Das Gelenk zwischen Atlas und Hinterhaupt ist ein Charniergelenk und gestattet nur Senken und Heben (Beugung und Streckung) des Hauptes. Gelenk zwischen Atlas und Hinterhaupt.

Das Gelenk zwischen Atlas und zweitem Halswirbel ist ein Drehgelenk. Beim Drehen des Kopfes bilden also Kopf und Atlas ein Ganzes, und letzterer dreht sich um den Zahnfortsatz des zweiten Halswirbels wie um einen Zapfen. Starke Bänder halten den Zahnfortsatz in seiner Lage: das Querband des Atlas, zwischen den Seitenteilen dieses Wirbels ausgespannt, und das Aufhängeband des Zahnfortsatzes, welches dessen Spitze am Vorderrand des Hinterhauptloches befestigt. Gelenk zwischen Atlas und 2. Halswirbel.

Der Kopf mit dem Atlas kann sich nach rechts wie nach links um 45° drehen. Dies ist nur möglich dadurch, daß die Bänder zwischen Atlas und zweitem Halswirbel sehr dehnbar sind. Die sinnreiche Einrichtung, daß die Bewegungen des Kopfes auf zwei Gelenke an verschiedenen Stellen der Halswirbelsäule verteilt sind, ermöglicht die große Ausgiebigkeit dieser Bewegungen, ohne daß dabei der innerhalb der Halswirbelsäule liegende Teil des Rückenmarks gezerrt oder gedehnt wird.

§ 28. Die Wirbelsäule als Ganzes.

Wirbelsäule als Ganzes.

Die Wirbelsäule oder der Rückgrat ist eine aus zahlreichen aufeinandergesetzten Gliedern bestehende Knochenröhre, welche das Rückenmark und die Ursprünge der Rückenmarksnerven einschließt. Die Länge der Wirbelsäule ist $2^1/_2$ mal in der gesamten Körperhöhe enthalten.

Die einzelnen Glieder der Säule oder Röhre, die Wirbel, sind nicht gleich groß, sondern nehmen vom Hinterhaupt bis zum Kreuzbein an absoluter Größe und Höhe allmählich zu. Ebenso ist, wie oben schon gezeigt, die Höhe der Zwischenwirbelknorpel eine verschiedene (s. o. Fig. 30).

§ 29. Bewegungsmöglichkeit der Wirbelsäule.

Beweglichkeit der Wirbelsäule.

Von den die Wirbelsäule zusammensetzenden Gliedern ist das Kreuzbein, weil fest ins Becken eingekeilt, unbeweglich. Die Beweglichkeit der einzelnen Wirbel zu einander ist für jeden einzelnen zwar eine geringe. Aus der Summe aber der zahlreichen Teilbewegungen geht für das Ganze ein hoher Grad von geschmeidiger Biegsamkeit hervor. Diese Beweglichkeit ist gemäß der Art der Verbindung der Wirbelkörper durch zwischenliegende elastische Knorpelscheiben nach allen Seiten hin ermöglicht.

Sie ist aber nicht an allen Stellen der Wirbelsäule die gleiche. Namentlich im Brustabschnitt der Wirbelsäule, wo der Wirbelkanal enge, die Dornfortsätze schräg nach unten gerichtet und dachziegelförmig übereinander gestellt, ist die Beweglichkeit — ohnehin durch die angehefteten Rippen für die Beugung sehr beschränkt — eine nur geringe. Der Lendenwirbelsäule dagegen verleihen die größere Weite des Rückenmarkkanals, die dickeren Bandscheiben und die horizontal gerichteten Dornfortsätze eine um so größere Beweglichkeit, namentlich für Beugung und Streckung.

Die hauptsächlichsten Bewegungsrichtungen in der Wirbelsäule sind folgende:

Rumpfdrehen.

1. Drehung um die senkrechte Achse:

a) Im Rumpfteil oder Rumpfdrehen. Diese Bewegung findet fast ausschließlich im unteren Abschnitt der Brustwirbelsäule, in der Gegend des 8. bis 12. Brustwirbels statt, und zwar in einem Winkel von 30° beiderseits.*) Rumpfdrehen rechts und links als Freiübung ist anscheinend als volle Vierteldrehung, also um einen rechten Winkel = 90° möglich, und wird daher auch so vorgeschrieben. Man überzeugt sich aber leicht, daß dieser Grad von Drehung nur so zu stande kommt, daß das Becken nebst den Oberschenkeln mit gedreht wird und seine Drehung zu der der Wirbelsäule sich hinzuaddiert. Ebenso wird der Kopf — wenn auch gegen die Vorschrift — unwillkürlich noch besonders nach der Drehungsrichtung hin bewegt.

Drehung des Halses.

b) Im Halsteil. Weit größer ist die Achsendrehung des Halses bei leichter Drehung in der Regel mit geringer Wendung des Kopfes nach der entgegengesetzten Seite, bei stärkster Drehung dagegen stets mit einer leichten Neigung des Kopfes nach derselben Seite hin verbunden. Die mögliche Drehung des Kopfes mit dem Halse beträgt 70° und wird namentlich in dem Drehgelenk zwischen Atlas und zweitem

---

*) Ausdrücklich sei hier ein- für allemal bemerkt, daß die Zahlenangaben für die Bewegungsmöglichkeiten der Gelenke Mittelzahlen sind. Bei angeborener oder durch frühe Übung erworbener besonderer Schlaffheit der Gelenkbänder sind oft weit größere Bewegungsgrade, bei Zirkuskünstlern („Kautschukmännern") manchmal in fast unglaublichem Maße möglich.

Halswirbel (45°) ausgeführt. Addiert man hierzu die Drehung in der Brustwirbelsäule und die des Beckens (70 + 30 + 80 = 180°), so vermag man bei unverrückter Fußsohle das Gesicht nach jeder Seite um 180° herumzudrehen, kann also aus dem festen Stand durch äußerste Drehung des Gesichts nach rechts wie nach links den ganzen Horizont — 360° — ringsum mit den Augen beherrschen.

Seitwärtsneigen des Rumpfes.

2. Seitwärtsneigung:

a) des Oberkörpers nach rechts und links oder Rumpfbeugen seitwärts. Diese Bewegung wird im Lendenteil der Wirbelsäule ausgeführt und findet ihre natürliche Beschränkung darin, daß der untere Rand des Brustkorbes gegen den oberen Beckenrand anstößt.

Seitwärtsneigen des Halses.

b) Ausgiebiger noch läßt sich die Halswirbelsäule seitwärts beugen, jedoch ist hier ein stärkerer Grad von Seitwärtsneigung stets mit einer gleichzeitigen Drehung des Kopfes nach derselben Seite hin verbunden. Nähert man z. B. durch starke Seitwärtsneigung des Halses den Kopf der rechten Schulter, so dreht sich gleichzeitig auch der Kopf nach rechts.

Beugen und Strecken des Rumpfes.

3. Beugung und Streckung:

a) des Rumpfes (Rumpfbeugen vorwärts und rückwärts), ist in der Brustwirbelsäule fast gleich Null. Sie vollzieht sich für den Rumpf nur in der Lendenwirbelsäule, dicht unter dem Brustkorb und dicht über dem Becken. Die Wirbelsäule macht also bei starker Beugung vorwärts keineswegs einen gleichmäßig gerundeten Bogen, wie man oft dargestellt sieht, sondern erfährt starke Knickung nur in

Fig. 37. Starke Beugung der Wirbelsäule. Dieselbe ist fast ausschließlich in der Lendengegend bewirkt.

Fig. 38.

der Lendengegend (Fig. 37). — Der Spielraum zwischen stärkster Beugung und äußerster Streckung beträgt nicht viel mehr als einen rechten Winkel (90°, Fig. 38).

Beugen und Strecken des Halses.

b) des Halses. Die Beugung des Kopfes nach vorwärts und rückwärts vollzieht sich in leichteren Graden nur im Charnier zwischen Atlas und Hinterhauptbein. Erst bei stärkeren Graden der Bewegung kommt dazu eine Biegung der Halswirbelsäule. Der Gesamtumfang dieser Bewegung beträgt etwa 90°.

§ 30. Die natürlichen Krümmungen der Wirbelsäule.

Natürliche Krümmungen der Wirbelsäule.

Der bewegliche Stab der Wirbelsäule ist mit seinem Endknochen, dem Kreuzbein, in dem geschlossenen Knochenring des Beckens eingekeilt. Das Becken ruht durch die beiden Hüftgelenke auf den tragenden Stützen des Körpers, den Beinen, und vermag

sich um eine durch die Hüftgelenke gelegene Querachse zu drehen: Beugung und Streckung. Damit der Körper aufrecht stehe, muß sein Schwerpunkt senkrecht über einem durch die Berührungspunkte beider Füße umschriebenen Gebiete des Beckens gehalten werden. Nun liegen die obersten Kreuzbeinwirbel, welche die Wirbelsäule und mit dieser die Last des Rumpfes aufnehmen, nur dann so weit über den Hüftgelenken, daß der Schwerpunkt bei aufrechter Haltung im Gleichgewicht schwebend erhalten werden kann, wenn das Becken um die beiden Hüftgelenke entsprechend gedreht oder geneigt wird. Diese Verhältnisse bedingen ihrerseits nun wieder, daß der Stab der Wirbelsäule kein gerader bleiben kann, sondern entsprechende Krümmungen erfahren muß, um auf dem Becken balanciert werden zu können (Fig. 39—41).

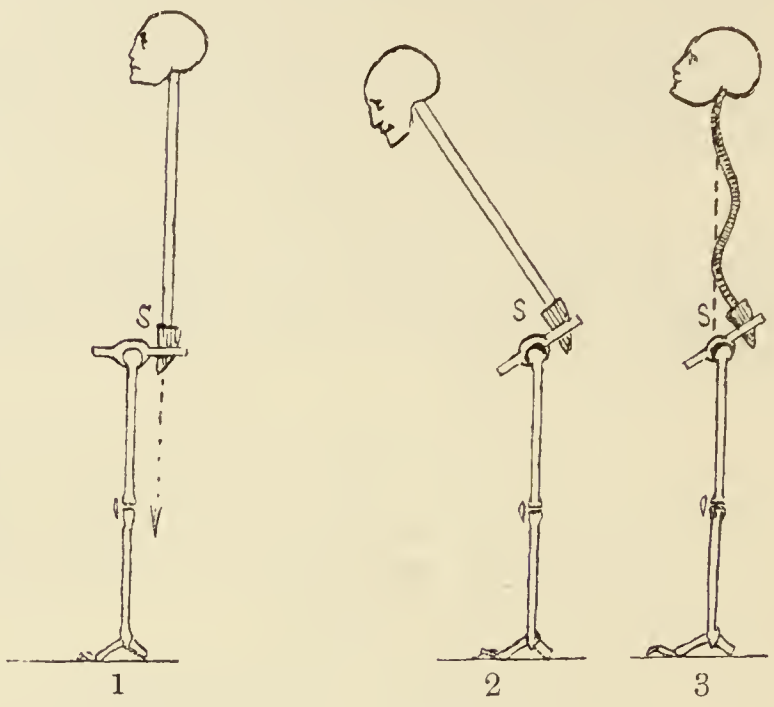


Fig. 39—41. S Schwerpunkt.

Die Wirbelsäule des erwachsenen Menschen ist nämlich dreifach — doppelt s-förmig =) — in der Richtung von vorn nach hinten gekrümmt: im Halsteil nach vorn (lordotisch), im Brustteil nach hinten (kyphotisch), im Lendenteil wieder nach vorn (lordotisch).

Diese natürlichen (oder physiologischen) Krümmungen sind keine angeborene Eigenschaft der Wirbelsäule, sondern gestalten sich erst mit dem fortschreitenden Wachstum als Folge der Belastung und des Muskelzuges, wie sie beim ersten Sitzen und später beim aufrechten Gehen auf den gegliederten und in sich beweglichen Stab der Wirbelsäule einwirken.

Entstehung der Wirbelsäulekrümmungen.

Die Wirbelsäule des Neugeborenen ist gerade gestreckt und bleibt auch so während der ersten Lebensmonate, während das Kind dauernd liegt. Erst wenn das Kind beginnt sich aufrecht zu setzen, macht sich die Belastung des oberen Teils der Wirbelsäule durch Kopf und Arme geltend: der Kopf sinkt nach vorn zur Brust; die Wirbelsäule biegt sich und bildet einen einzigen nach hinten konvexen Bogen: (kyphotische) Krümmung des Brustteils nach hinten (Fig. 42, I). Versucht nun das Kind, nachdem es zu sitzen gelernt, auch dabei den Kopf zu heben, um nach vorn und aufwärts zu sehen — was nach genügender Erstarkung der Nackenmuskeln und Nackenbänder auch bald gelingt — so ist dies nur dadurch zu ermöglichen, daß im Gegensatz zur Gesamtkrümmung der ganzen Wirbelsäule der Halsteil derselben nach oben ausbiegt, in einem nach vorn konvexen Bogen. So entsteht zuerst die Krümmung des Halsteils nach vorn (Fig. 43, II).

Die dritte und wichtigste Krümmung, im Lendenteil der Wirbelsäule, entsteht mit dem ersten Einnehmen der aufrechten Stellung. Diese ist nur möglich, wenn das Hüftgelenk gestreckt, d. h. das Becken weit genug geneigt wird, um die obersten Kreuzbeinwirbel mehr über die Hüftgelenke zu bringen. Ohne solche Beckenneigung würde der Körper einfach hintenüberfallen. Da aber das Kreuzbein im Becken fest eingekeilt ist, also mit der zunächst senkrecht darauf stehenden Wirbelsäule der Beckendrehung folgt, so würde umgekehrt die Wirbelsäule mit dem Rumpfe als Ganzes nun nach vornüber sinken, wenn sie nicht im Lendenteil sich nach rückwärts umböge und so die

senkrechte Richtung wiedergewänne. Damit entsteht also die starke Krümmung im Lendenteil nach vorn. Dieselbe fällt um so stärker aus, je stärker geneigt das Becken gehalten wird (Fig. 44, III).

Fig. 42—44. Entstehung der Krümmungen der Wirbelsäule.

In den ersten Lebensjahren gleichen sich diese beim Sitzen, Aufwärtsrichten des Kopfes und aufrechtem Stehen entstehenden natürlichen Krümmungen der Wirbelsäule in der gestreckten Ruhelage immer wieder aus, erst vom 7. bis 8. Lebensjahr werden sie dauernd, und bleiben auch in der gestreckten Ruhelage bestehen. Sie verstreichen natürlich zeitweise bei solchen Bewegungen des Rumpfes, die in entgegengesetzter Richtung auf die Wirbelsäule einwirken, oder werden zeitweise noch stärker ausgeprägt bei Rumpfbewegungen, die in gleicher Richtung einwirken.

Bedeutsam ist das Vorhandensein der Wirbelsäulekrümmungen für die ungehinderte Thätigkeit des Gehirns, indem dieselben die erschütternde Gewalt aller Stöße, die, auf das Fußskelett treffend, zum Gehirn sich fortpflanzen, abschwächen. Der Einfluß aller der Stöße und Erschütterungen beim Laufen, Springen, Marschieren usw. würde ein schädlicher für die Hirnthätigkeit sein, wenn diese Stöße sich geradlinig zum Kopf fortpflanzten.

Folgende Zugkräfte sind es, welche die natürlichen Krümmungen der Wirbelsäule, wie sie beim Sitzen und aufrechten Stehen sich einstellen, zu stetig dauernden gestalten.

A) Für die Halskrümmung nach vorn sind wirksam:

1. Der Zug der massigen Muskulatur des Nackens, welche vom Hinterhaupt bis tief hinunter zur Brustwirbelsäule reicht.

2. Der Zug der Schwere des Brustkorbes mit seinen Eingeweiden. Da dieser

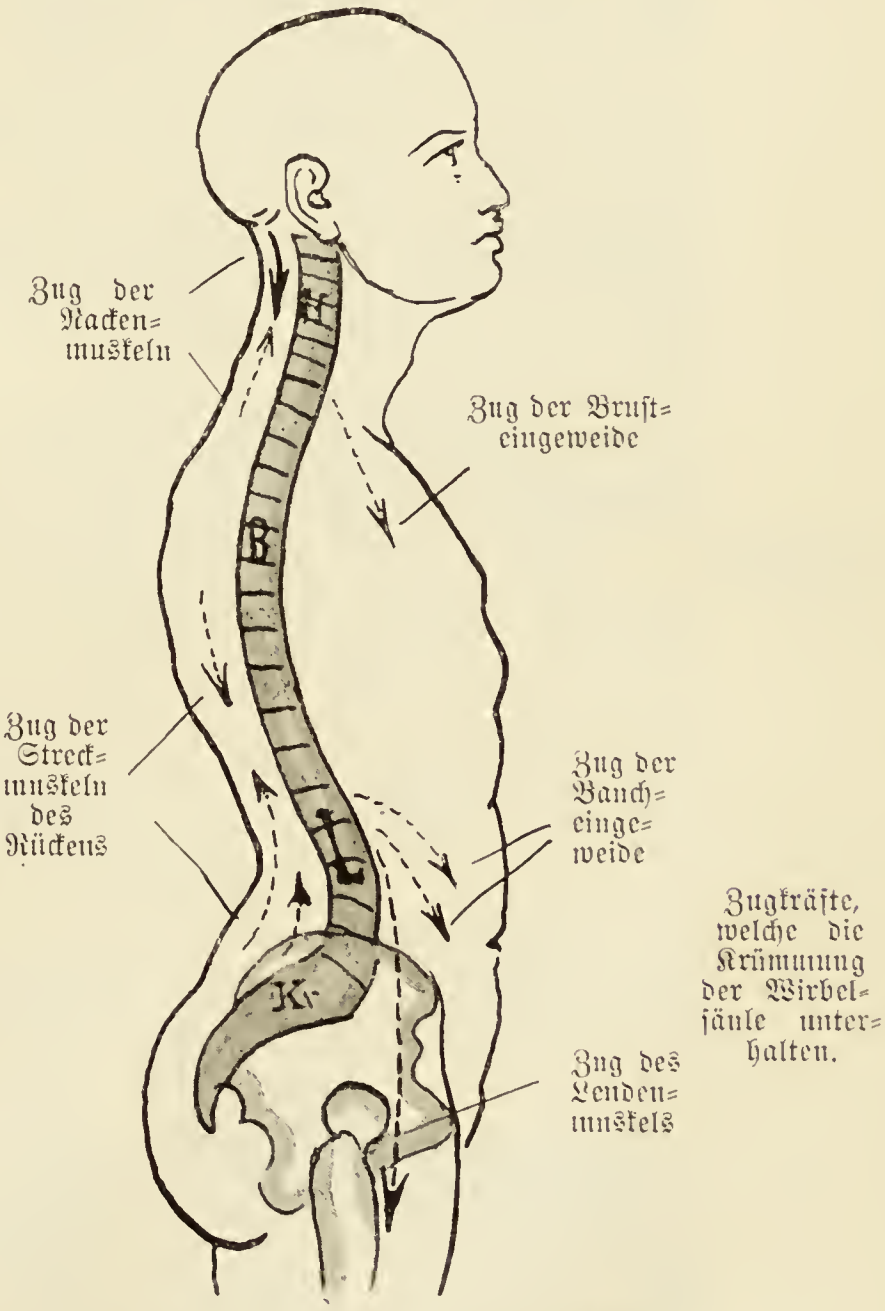


Fig. 45. Richtung der Zugkräfte, welche die Wirbelsäule in ihren Krümmungen erhalten.
H Hals-, B Brust-, L Lendenwirbelsäule; Kr Kreuzbein.

Zug am stärksten auf die oberen Rippen wirkt, die ihrerseits von Muskeln gehalten werden, welche ihren Ursprung an der Halswirbelsäule nehmen, so überträgt er sich schließlich auf letztere.

B) Die ausgleichende Krümmung der Brustwirbelsäule nach hinten bedarf keiner besonderen Zugkräfte, eben weil sie eine ausgleichende ist.

C) Die Krümmung der Lendenwirbelsäule wird erhalten:

1. Durch den Zug der starken Streckmuskeln, die an der hinteren Fläche der Lendenwirbelsäule, namentlich vom Kreuzbein ausgehend, die Wirbelsäule entlang ziehen.

2. Durch den Zug des mächtigen, vom letzten Brustbein- und allen Lendenwirbeln entspringenden und zum Oberschenkel hinziehenden Lendenmuskels.

3. Durch den Zug (Schwerwirkung) der an der Lendenwirbelsäule angehefteten Baucheingeweide (Fig. 45).

§ 31. Schwerpunkt.

Schwerpunkt.

Die Möglichkeit, eine Stellung anzunehmen und von einer angenommenen Stellung zu einer anderen überzugehen, hängt von den in unserem Gliederbau gelegenen anatomischen und mechanischen Mitteln ab.

Maßgebend ist hierbei das Gesetz der Schwere. In jeder Körperstellung muß man demselben entweder durch äußere Unterstützungsmittel (Anlehnen an einen festen Gegenstand; Aufstützen auf einen Stab usw.) oder durch innere Muskelthätigkeit Genüge leisten.

In jeder Stellung suchen wir das Gleichgewicht zu erlangen, bald mit mehr, bald mit weniger Muskelkraft. Im Gleichgewicht sind die Glieder dann, wenn die Gesamtwirkung ihrer Schwere auf einen Punkt trifft, der unterstützt wird: den Schwerpunkt. Das Maß der Schwere der im Schwerpunkt vereinten Gesamtschwere des Körpers ist auch das Maß der Schwerkraft. Die vom Schwerpunkt auf den Boden gefällte Linie (Bleisenkel oder Lot) giebt die Richtung der Schwerkraft an, und heißt die Schwerlinie.

Im menschlichen Körper wechseln wir mit jeder Veränderung der Stellung den Schwerpunkt und die Schwerlinie, ja mit jeder Bewegung eines Gliedes.

Schwerpunkt bei einfachen Körpern.

Was nun die Bestimmung der Lage des Schwerpunktes betrifft, so läßt sich diese Lage bei einfachen Körpern mathematisch berechnen. Denkt man

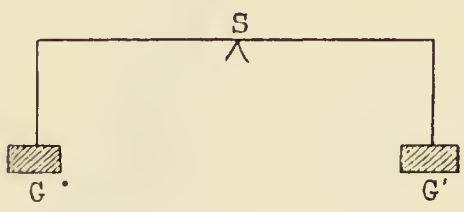


Fig. 46.

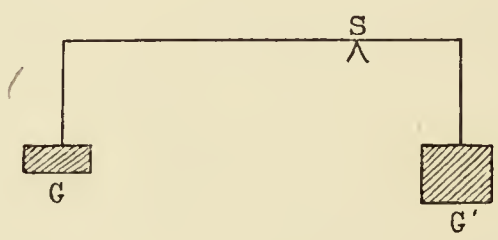


Fig. 47.

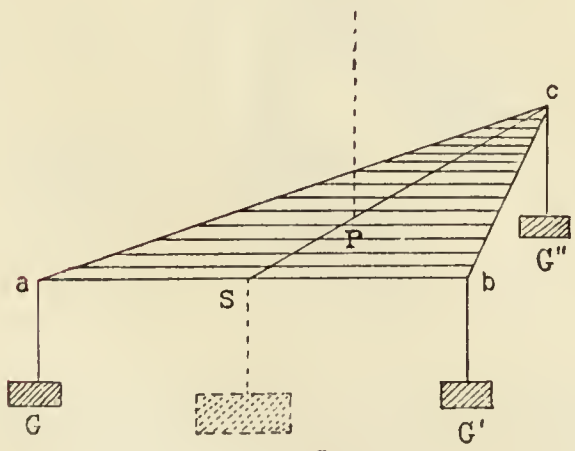


Fig. 48.

zum Beispiel an den Enden eines gewichtlosen Stabes zwei gleich schwere Gewichte G und G′ aufgehängt, so sind diese Gewichte im Gleichgewicht, wenn der Stab genau in der Mitte, in S unterstützt wird — denn Gleichgewicht herrscht, wenn der Ort der Unterstützung so gewählt wird, das diesseits und jenseits das Produkt von Gewicht und Entfernung gleich groß ist (Fig. 46).

Sind dagegen die Gewichte G und G′ un-

gleich schwer, so rückt der Schwerpunkt um so viel näher dem schwereren von beiden Gewichten, als dieses das andere an Schwere übertrifft (Fig. 47).

Denken wir nun an dem Stabe ab mit seinen beiden Gewichten G und G′, in dessen Schwerpunkt S einen zweiten Stab horizontal gelagert angebracht, an dessen freiem Ende c das Gewicht G″ hängt (Fig. 48). Die Wirkung wird dann die sein, als ob Gewichte G und G′ vereint am Punkte S angehängt wären, und der Schwerpunkt für Sc liegt, wenn die Gewichte G, G′ und G″ gleich groß sind, näher an S, und zwar am Ende des ersten Drittels der Länge von Sc, also im Punkte P.

In diesem Punkt vereint sich also die Wirkung der drei Gewichte. — Verbindet man nun die Punkte abc durch Linien miteinander, so erhalten wir ein Dreieck, und wenn wir annehmen, daß dies Dreieck aus einer horizontal gelagerten Platte von durchweg gleichartiger Masse und gleicher Dicke bestehe, so wird der Schwerpunkt dieses Dreiecks in P liegen, und seine Schwerlinie wird lotrecht durch P hindurchgehen. In diesem Punkte P wird mithin das ganze Gewicht des Dreiecks vereint sein: das Dreieck wird sich, wenn in P unterstützt oder in P aufgehängt, im Gleichgewicht erhalten, balancieren lassen. — Auf solche Weise kann man für zahlreiche Körper von gleicher Masse die Schwerpunkte bestimmen.

Schwerpunktsbestimmung für den menschlichen Körper.

Nicht so für unregelmäßig gestaltete Körper von ungleichmäßiger Masse. Hier muß der Schwerpunkt durch Versuche bestimmt werden. Namentlich gilt dies auch für den menschlichen Körper, dessen Gliedmaßen unregelmäßig geformt sind, und dessen Bestandteile nicht durchweg die gleiche Schwere besitzen (z. B. beträgt das spezifische Gewicht der Knochen 1,717, das der Muskelmasse 1,04), die zum Teil, wie Lungen und Darmkanal, mit Luft und leichten Gasen gefüllt sind. Hier ist eine genaue mathematische Bestimmung nicht möglich. Man hat hier den Schwerpunkt (schon Borelli, dessen grundlegendes Werk De motu animalium 1690 erschien, stellte diesen Versuch an) so bestimmt, daß man den zu untersuchenden Körperteil (von einer Leiche abgetrennte Gliedmaßen) oder den ganzen Körper auf ein genau balanciertes Brett legte, und so lange verschob, bis vollkommenes Gleichgewicht hergestellt war (Fig. 49). Der Schwerpunkt des Körpers lag dann genau über dem Unterstützungspunkt des Brettes. Braune machte die gleiche Bestimmung durch Aufhängen einer hart gefrorenen Leiche.

Fig. 49. Bestimmung des Schwerpunktes.

Aus den Versuchen ergibt sich: Der Schwerpunkt liegt beim Rumpf in der die rechte und linke Körperhälfte trennenden Mittelebene, und in dieser Ebene nahe dem oberen Rand des zweiten Kreuzbeinwirbels. Genauer bestimmte Braune die Lage des Schwerpunktes im Becken vor dem Kreuzbein, indem er zeigte, daß der Schwerpunkt in eine Ebene fällt, welche durch die Mittelpunkte der beiden Hüftgelenke und des Gelenkes zwischen Atlas und Hinterhaupt gelegt ist.

Für den lebenden aufrecht gestellten Körper ist aber jede Gliederbewegung, so das Heben eines Armes oder eines Beines, Neigen des Kopfes usw. im Stande, den Schwerpunkt zu verlegen, d. h. der menschliche Körper ist im labilen Gleichgewicht *).

---

*) Wir unterscheiden ein indifferentes, ein stabiles, und ein labiles Gleichgewicht. I. Eine runde Scheibe an einer drehbaren Achse im Centrum ist im indifferenten Gleichgewicht: bewegt man die Scheibe durch Drehen, so kann sie in jeder Lage im Gleichgewicht bleiben. II. Hängt die Scheibe an einer Achse oberhalb des Centrums, so ist sie im stabilen Gleichgewicht d. h. sie kehrt nach Drehung stets in ihre erste Lage zurück. III. Befindet sich die Achse der excentrischen Scheibe unterhalb des Centrums, so ist labiles Gleichgewicht vorhanden: sobald die Scheibe eben bewegt wird, fällt sie sofort in die Stellung II herab.

Fortwährend muß unser Schwerpunkt balanciert werden, wie der Stab auf der Fingerspitze des Jongleurs. Es muß unsere Muskelthätigkeit durch immerwährendes Korrigieren bei jeglicher Bewegung dafür sorgen, das eine vom Schwerpunkt herabzufällende senkrechte Linie die Unterstützungsfläche, auf welcher wir uns befinden, noch treffe.

Je kleiner die Unterstützungsfläche oder je größer die Entfernung des Schwerpunktes von der Unterstützungsfläche, um so größer die Gefahr des Umfallens. Die Unterstützungsfläche des aufrecht stehenden menschlichen Körpers ist die Fußsohle. Ruht der Körper auf beiden Füßen, so fällt die Schwerlinie in einen Raum, welcher von den Verbindungslinien der Endpunkte der Fußumrißlinien umschlossen

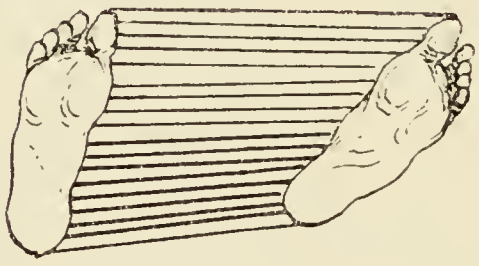


Fig. 50.

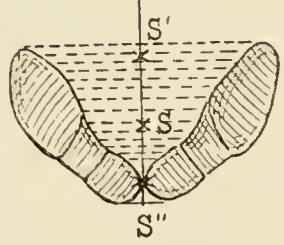


Fig. 51. Stellung der Füße bei Grundstellung. Der Schwerpunkt kann in S (Normalhaltung), in S' (Militärhaltung) oder S'' (mehr bequeme Haltung) fallen.

Fig. 52.
abc Sohlendreieck.

wird (Fig. 50). Bei der sogenannten Grundstellung des Turn- und Exerzierplatzes, wo die Füße in einem nach vorn offenen rechten Winkel zu einander stehen, unter Berührung der Fersen, fällt die Schwerlinie in die Halbierungslinie dieses Winkels (Fig. 51). Steht der Körper nur auf einem Fuß, so fällt die Schwerlinie in ein Dreieck, das Sohlendreieck (Fig. 52 abc) dessen Ecken gebildet werden von den Mittelfußköpfchen des Großzehs (a), des Kleinzehs (b), und von dem hintern Ende des Fersenhöckers (c). Am kleinsten wird die Unterstützungsfläche, und damit auch der Stand am unsichersten, beim Zehenstand.

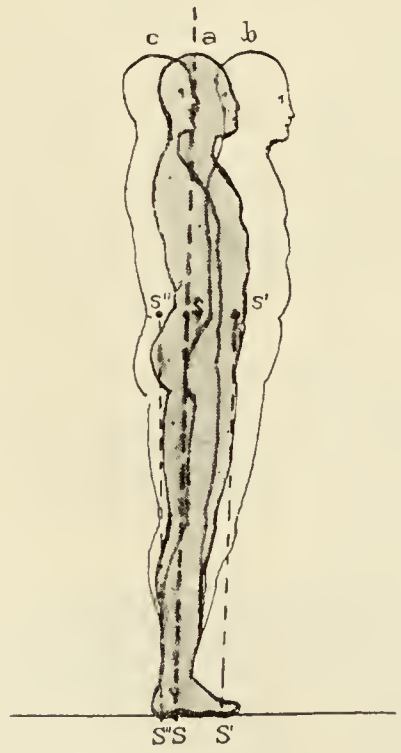


Fig. 53. Verschiebungen der Schwerlinie S, S', S'' bei mittlerer Haltung, Vornüber- und Hintenüberlegen.

Für die Sicherheit des Standes ist es nicht gleichgiltig, in welchen Punkt der Unterstützungsfläche des Fußes die Schwerlinie fällt. Am sichersten ist der Stand, wenn die Schwerlinie in das vordere Ende des Sprungbeingelenkes — oder bei der Grundstellung in die Mitte der die Vorderenden der Sprungbeingelenke beider Füße verbindenden Linie fällt. Der Schwerpunkt kann aber so weit nach vorn gelegt werden, daß die Schwerlinie in die Fußspitze, entweder nach der Großzehseite oder der Kleinzehseite zu fällt, und so weit nach hinten, daß die Schwerlinie bis nahe an den Fersenrand geht. Geht der Schwerpunkt aber — beim Stehen auf einem Fuß — über einen dieser Punkte, oder — beim Stehen auf beiden Füßen — über die senkrechten Ebenen, welche durch die entsprechenden Punkte beider Füße gelegt sind, auch nur im geringsten hinaus, so fällt der Körper um. Da der Abstand

des vorderen Endes des Sprungbeingelenkes von der Fußspitze ungleich größer ist als der Abstand vom hinteren Fersenrand, so läßt sich der Schwerpunkt nach vorn viel mehr verschieben (nach vornüber legen) als nach hinten, d. h. die Gefahr des Umfallens nach vorn ist viel geringer als die Gefahr, nach hinten umzufallen (Fig. 53).

§ 32. Gleichgewichtserhaltung und Gleichgewichtsübung.

Gleichgewichtserhaltung und -übung.

Ist schon für das Aufrichten aus der Ruhelage im Liegen oder Sitzen, und weiterhin für das einfache natürliche Stehen und Gehen die Erhaltung des Gleichgewichts, das Balancieren des Körpers, mit steter Muskelthätigkeit verknüpft, so ist dies noch in besonderem Maße der Fall, wenn entweder die natürliche Unterstützungsfläche des Körpers verkleinert wird, oder der Schwerpunkt des Körpers durch entsprechende Bewegungen erheblich verschoben wird, oder wenn der Körper eine Fremdlast zu tragen hat, deren Gewicht eine Verlegung des Gesamtschwerpunktes herbeiführt. Will man also gerade diejenigen Muskeln hervorragend bethätigen und üben, welche an die Wirbelsäule sich ansetzen und diese halten und balancieren, so wird dies am natürlichsten und auch erfolgreichsten dadurch geschehen, daß man die Gleichgewichtserhaltung erschwert und damit jene Muskeln zu erhöhter Thätigkeit zwingt. Solche Übungen nennen wir Gleichgewichtsübungen. Zur Erzielung einer schönen geraden Körperhaltung, zur Verhütung von krankhaften Verkrümmungen der Wirbelsäule (wovon unten noch näher die Rede sein wird), ja selbst zur Heilung leichter Verkrümmungen sind diese Übungen von Wichtigkeit.

Schon Gutsmuths widmete den Gleichgewichtsübungen einen besonderen Abschnitt in seiner „Gymnastik für die Jugend", und empfahl dieselben sowohl ihres allgemeinen gymnastischen Nutzens wie auch der besonderen Vorteile willen, welche die so erworbene Geschicklichkeit in bestimmten Lagen und Vorfällen des täglichen Lebens bringen kann. In bezug auf letzteres sei an unsern großen Wolfgang Goethe erinnert, der es durch Übung dahin brachte schwindelfrei zu werden und die Gleichgewichtserhaltung des Körpers derart zu beherrschen, daß er selbst erfahrene Zimmerleute durch die Sicherheit, mit der er in den Ruinen Roms über schmale Mauern und Gesimse dahinging, in Erstaunen versetzte (Dichtung und Wahrheit).

Verringerung der Unterstützungsfläche.

1. Erschwerung der Gleichgewichtserhaltung durch Verringerung der Unterstützungsfläche. Beim Sohlenstand auf beiden Füßen ist, wie wir sahen, der Körperhaltung oder vielmehr der Lage des Schwerpunkts ein ziemlicher Spielraum gewährt: Der Körper kann dabei eine Reihe verschiedener Haltungen annehmen, ohne aus der Gleichgewichtslage zu geraten und umzufallen. Beim Stehen auf einem Fuß wird dieser Spielraum schon wesentlich geringer. Geradezu schwierig aber wird die Gleichgewichtserhaltung, wenn der Sohlenfläche der Füße sich nicht der ebene Boden als Unterstützungsfläche bietet, sondern irgend eine beschränkte oder gar schwankende Stützfläche. Dies ist der Fall beim Stehen oder Gehen über ein mehr oder weniger gespanntes und schwankes Hanf- oder Drahtseil; das freie Steigen auf den Sprossen einer Leiter ohne Stütz mit den Händen; das Aufstehen und Aufspringen auf, und Gehen über einen platten oder gerundeten Balken (Schwebebaum; Schwebepfeiler), der entweder fest liegen kann, oder schwank ist; Gehen über die Querschnitte von gleichhohen in die Erde eingerammten Pfählen (sog. Schwebepfähle) usw.

Für unser Schulturnen ist es namentlich der Schwebebalken oder die Schwebekante, welche zu zahlreichen Gleichgewichtsübungen dient. Gutsmuths hält das Seilgehen für übender als das Balkengehen — indeß die Erinnerung an berufsmäßige

Seilläufer und Seiltänzerinnen ließ wohl diese Übungen auf unseren Turnplätzen nicht aufkommen.

Die Füße werden beim Balken- oder Seilgehen auswärts gedreht, wodurch der Körper eine in schräger Richtung quer über die Fußsohle laufende, etwas breitere Unterstützungsfläche erhält, auf der sich leichter waghalten läßt als auf der in der Längsachse des Fußes verlaufenden ganz schmalen strichförmigen Unterstützungslinie, die entsteht, wenn der Fuß auf dem Seil oder dem Balken geradeaus gerichtet ist (Fig. 54). Das Waghalten des Körpers, die Verbesserung der Richtung der Schwerlinie, wird durch seitliche Bewegung der Wirbelsäule nebst Kopf und Schultergürtel als Ganzes im Lendenteil der Wirbelsäule bewirkt. Bei herabhängenden Armen sind es die rechts und links der Wirbelsäule entlang gelegenen Rückenmuskeln, welche die Wirbelsäule balancieren, d. h. seitlich hin- und herbiegen. Da aber diese Muskeln ohnehin schon zur Streckhaltung des Körpers bei erschwerter Gleichgewichtshaltung stark angestrengt sind, und dazu in ihrem Kraftmaß einander die Wage halten, so vermögen sie der anderen Aufgabe, bei jeder kleinsten Schwankung durch stärkere Anspannung der einen oder anderen Seite die Wirbelsäule entsprechend zu verbiegen, kaum gerecht zu werden; über einen Balken oder ein Seil in gerader Haltung mit herabhängenden Armen zu gehen, ist außerordentlich schwierig. Es werden daher die Arm- und Schultermuskeln zu Hilfe genommen in der Weise, daß beide Arme seitlich erhoben werden, um, wenn erforderlich, durch leichtes Senken des einen und Heben des anderen Armes die Wirbelsäule seitlich zu verbiegen und die Schwerlinie damit etwas zu verlegen (Fig. 55). Noch leichter geschieht dies, wenn die ausgebreiteten Arme dabei einen langen, nicht zu leichten Stab, die Balancierstange, halten.

Fig. 54.

Fig. 55.

Die Verringerung der Unterstützungsfläche der Füße kann auch so bewirkt werden, daß der Körper zwar auf ebener Fläche fortbewegt wird, aber nicht unmittelbar mit der Fußsohle, sondern durch Vermittlung besonderer Werkzeuge, welche durch die Füße bewegt werden, und ihrerseits den Boden nur in geringem Umfange berühren.

Hierhin gehört das Stelzenlaufen; ferner, als treffliche Gleichgewichtsübung das Schlittschuhlaufen; endlich das Radfahren, welches an die Thätigkeit der Gleichgewichtshaltung große Anforderungen stellt. Allerdings werden beim Radfahren die günstigen Einwirkungen auf die Rückenmuskulatur häufig durch schlechte vornüber gebeugte Haltung mehr wie geschmälert.

Verschiebungen des Schwerpunktes durch bestimmte Bewegungen.

2. Verschiebungen des Schwerpunktes bei an sich schon erschwerter Gleichgewichtserhaltung. Ist schon das Waghalten des Körpers im Stand bei solchen Bewegungen, welche eine stärkere Verschiebung des Schwerpunktes herbeiführen, wie z. B. bei der tiefen Kniebeuge, nicht ganz so leicht, so wird dies noch schwieriger, wenn der Körper bei solchen Bewegungen etwa nur auf einem Fuße, oder gar nur auf einer Fußspitze (Zehenstand) steht und das Standbein zudem auch noch in sich bewegt wird. Unsere zusammengesetzten Freiübungen enthalten zahlreiche derartige Bewegungen. In französischen Turnbüchern sind solche als Gleichgewichtsübungen (équilibres) zu einer besonderen Übungsgruppe ausgesondert. Hierhin zählen z. B. Umfassen des gehobenen, in Hüft- und Kniegelenk stark gebeugten Beines in der Mitte des Unterschenkels mit beiden Händen bei gestrecktem Standbein (Fig. 56); Ausfallstellung mit

Lüften des hinteren Beins (Fig. 57); Spreizen des standfreien losen Beines nach allen Richtungen (Fig. 58); Beugen und Strecken des standfreien, in der Kniehebhalte

Fig. 56.

Fig. 57.

Fig. 58.

befindlichen Beines; Fußkreisen des gestreckt erhobenen Beines usw. Diese Bewegungen des standfreien Beines können noch verbunden werden mit Armbewegungen, welche ihrerseits das Waghalten des Körpers entweder erleichtern oder erschweren.

Es kann auch ferner das Standbein bewegt, d. h. gebeugt und wieder gestreckt werden, während das standfreie Bein in Kniehebhalte — wird solche Übung auf der Schwebekante ausgeführt, so kann das standfreie Bein dabei abwärts hängen — über dem Boden gehalten wird (Fig 59).

Fig. 59.

Wird bei gestrecktem Standbein das rückwärts gehobene und erst gestreckte freie Bein mit nach abwärts gerichteter Fußspitze in leichter Beugung, so daß seine Fußspitze über dem Boden hinstreicht, ihn aber nicht berührt, vorwärts gehoben und gestreckt, sodann mit der ganzen Fußsohle nach vorwärts niedergesetzt, so daß es zum Standbein wird, während das bisherige Standbein in demselben Augenblicke nach hinten gestreckt mit seiner Fußspitze sich vom Boden erhebt usw., so haben wir die Übung des sogenannten langsamen Schritts. Diese Übung besitzt nicht nur als Vorübung für den militärischen Marsch überhaupt einen großen Wert, sondern sie stellt durch die Art, wie die Schwerlinie fortwährend von einem auf den anderen Fuß bei tadelloser gestreckter Haltung des Rumpfes sowohl wie des jeweiligen Standbeines verlegt wird, eine der wirksamsten Gleichgewichtsübungen dar (Fig. 60—62).

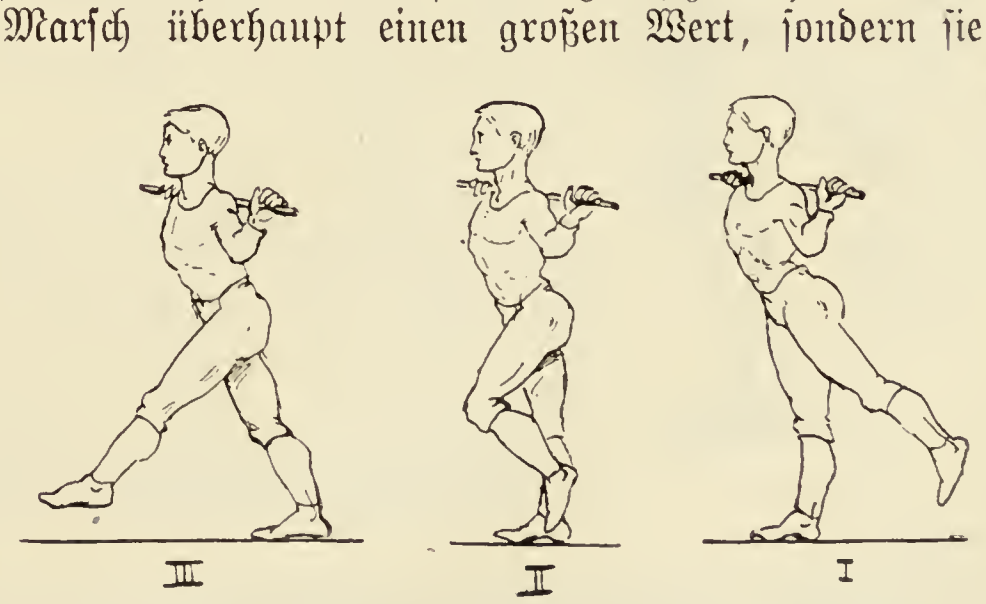


Fig. 60—62. Der „langsame Schritt" in drei Zeiten.

Bei allen diesen Übungen wird das Waghalten der Wirbelsäule auf dem Becken dadurch besonders erschwert, der Übungswert für die Muskeln, die um die Wirbelsäule gelagert sind (lange Rückenmuskeln) aber auch erhöht, daß eine Anzahl der das Becken haltenden und balancierenden Muskeln für die Beinbewegungen

schon in Anspruch genommen sind. Es fällt ihre Mitwirkung an der Erhaltung des Gleichgewichts mithin aus, und muß durch vermehrte Arbeit anderer, bei der Gestreckthaltung der Wirbelsäule ins Spiel tretenden Muskeln — und dies sind gerade die langen Rückenmuskeln — ersetzt werden.*)

Schwerpunktsverlegung nach oben durch Fremdlast.

3. Verlegung des Schwerpunktes durch Fremdlast.

a) Der Schwerpunkt wird an eine höhere Stelle der Schwerlinie verlegt, sobald das obere Ende der Wirbelsäule, der Kopf, durch eine Fremdlast beschwert ist. Gleichzeitig wird dadurch die Muskulatur der Wirbelsäule gezwungen, unausgesetzt die Wirbelsäule in peinlich genauer Weise gerade zu tragen und die Last auf dem Kopfe zu balancieren, ähnlich wie ein Stock mit oberem schweren Knopf auf der Fingerspitze balanciert wird. Denn bei jeder Neigung der Wirbelsäule würde die Fremdlast, falls sie auf dem Kopf lose aufliegt, herunterfallen, oder wenn sie am Kopf befestigt ist (z. B. ein schwerer Metallhelm mit hohem Aufsatz), mit dem Kopf umknicken. Nur bei tadellos gerader Haltung wird daher eine auf dem Kopf getragene Last sicher im Gleichgewicht erhalten, und da solche Haltung stete Anspannung der Streckmuskeln der Wirbelsäule erfordert, so ist das Tragen eines Gegenstandes auf dem Kopfe für diese Muskeln eine treffliche Übung (Fig. 63).

Fig. 63. Gerade Haltung der Wirbelsäule.

In der That zeichnen sich Leute, welche gewohnheitsgemäß Lasten auf dem Kopfe tragen (z. B. Bäuerinnen, welche Feldfrüchte in Körben auf dem Kopf zum Markte tragen, wie dies am Rhein üblich ist; Wasserträgerinnen in italienischen Berggegenden usw.) durch schöne gerade Haltung aus, auch wenn der Kopf nicht belastet ist. Die „königliche“ Haltung der Weiber im Sabinergebirge ist oft gerühmt worden. — Die Meinung, daß häufiges Tragen von Lasten auf dem Kopfe die Entstehung von Kropf (starke Schwellung und Geschwulst der Schilddrüse am Halse) begünstige oder gar hervorrufe, ist durch nichts begründet.

Verlegung des Schwerpunktes durch Fremdlast nach vorn oder hinten.

Fig. 64.

Der Wert, den die Schwerpunktsverlegung nach aufwärts durch Belastung des Kopfes als Gleichgewichtsübung besitzt, ist gymnastisch nicht ungenützt geblieben: Tragen eines schwereren Kissens, eines Buches, einer „Turnkrone“ usw. auf dem Kopfe.

b) In der Richtung nach vorn oder hinten wird der natürliche Schwerpunkt des Körpers verlegt durch das Tragen von Fremdlasten, die entweder vorn oder hinten am Rumpfe aufgehängt sind. Hängt die Last vorn, so biegt sich der Rumpf nach hinten und umgekehrt (Fig. 64 und 65). Da im

Fig. 65.

*) Die unter 2 beschriebenen Freiübungen werden turnsprachlich als „Bein- und Fußübungen“ bezeichnet. Es ist zweifellos, daß die Erhaltung des Gleichgewichts bei diesen Übungen ungleich mehr Anstrengung erfordert als die Bein- oder Fußbewegung, und diesen Übungen ihren besonderen Charakter verleiht. Die turnsprachliche Bezeichnung deckt sich also durchaus nicht mit dem Wesen dieser Übungen.

Gehen der Schwerpunkt bei jedem Schritt nach vorn vor das stemmende Bein gebracht werden muß, so würde bei stark belastetem und deshalb schon vorgebeugtem Rücken sehr leicht der Körper beim Gehen nach vorne stürzen. Die Schritte werden deshalb bei belastetem Rücken sehr vorsichtig gemacht und klein genommen. Erfahrungsgemäß benutzt der Lastträger mit einer starken Bürde auf dem Rücken gern einen Wanderstab, um ausgreifendere Schritte machen zu können und den Fallsturz nach vorn aufzuhalten.

Dem Orgeldreher, der seine Last vorn hängend trägt, ist dagegen der Wanderstab nichts nütze; er legt sich beim Gehen nur noch mehr mit dem Oberkörper zurück als beim Stehen und bewegt sich in einer schiebenden Gangart mit gekrümmten Knieen vorwärts.

Seitliche Belastung.

c) Ist die eine Körperseite allein belastet, so wird das Gleichgewicht dadurch hergestellt, daß sich die Wirbelsäule nach der entgegengesetzten unbelasteten Seite seitlich verbiegt. Dies ist, wenn die Last seitlich auf einer Schulter getragen wird, nicht möglich, ohne daß die belastete Schulter — anscheinend ein Widerspruch — höher zu liegen kommt als die unbelastete. Schon Leonardo da Vinci hat hierauf aufmerksam gemacht (Fig. 66).

Fig. 66 (nach Leonardo da Vinci).

Wenn zwei gleiche Gewichte an gleich langen Hebelarmen herabhängen, so halten sie sich die Wage. Wird der eine Hebelarm aber verlängert, z. B. auf das dreifache der ursprünglichen Länge, so wirkt dasselbe Gewicht so, als ob es bei gleich langen Hebelarmen dreimal so schwer wäre, oder mit anderen Worten: es hält einem dreimal so schweren Gewicht an dem kürzeren Hebelarm die Wage. Daraus folgt, daß ein seitlich ausgestreckter Arm genau so wirkt, als ob die betreffende Körperseite eine einseitige Belastung erfahren hätte, und daß er einer bestimmten Belastung der anderen Körperseite das Gleichgewicht zu halten vermag (Fig. 67). Diese Schwerwirkung eines Arms beträgt ungefähr $^1/_{14}$ des ganzen Körpergewichts, und ist etwa gleich dem Gewicht des Kopfes. Instinktiv wird daher beim Tragen einer Last an dem einen herabhängenden Arm der Arm der entgegengesetzten Seite seitlich erhoben. Dadurch wird die Last, oder doch ein Teil derselben balanciert, und die Notwendigkeit, die unbelastete Körperseite stark seitlich zur Gleichgewichtserhaltung zu beugen, wird in entsprechendem Maße verringert. Sie entfällt gänzlich, und die Wirbelsäule kann gerade bleiben, wenn die am senkrecht herabhängenden Arm getragene Last nicht schwerer ist als die Schwerwirkung des ausgestreckten Armes.

Fig. 67.

§ 33. Körperhaltung.

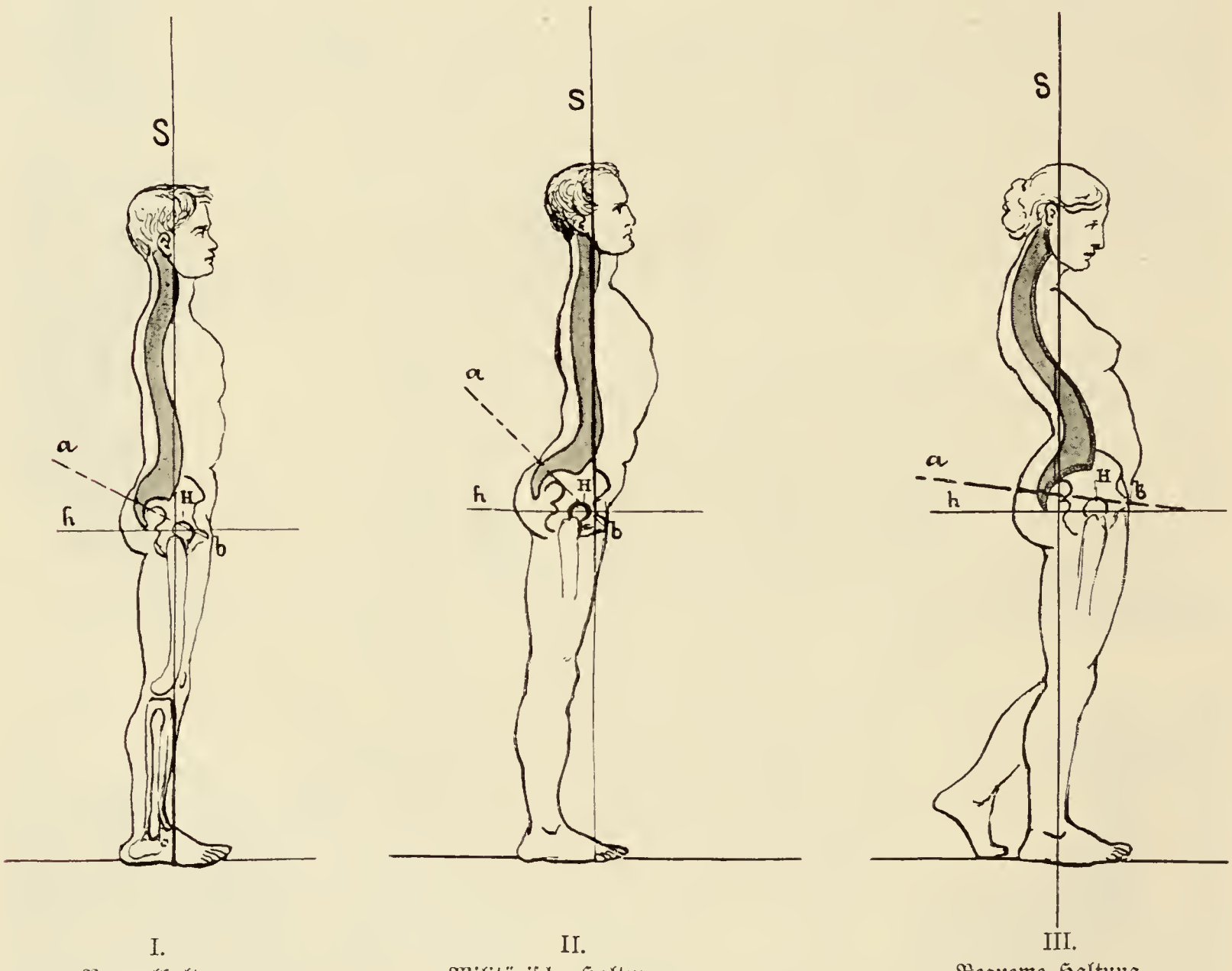
Körperhaltung.

Die Art, wie die Wirbelsäule auf dem Becken getragen wird, ist bestimmend für die Körperhaltung. Da die Erzielung einer schönen graden Haltung im Stehen und Gehen eines der wichtigsten Ziele erzieherischer Leibesübung ist, so hat turnerisch die Kenntnis der Gesetze einer guten Körperhaltung, sowie die Kenntnis der vorkommenden individuellen Haltungsformen besonderen Wert.

Gute Haltung ist für die rechte gesundheitliche Entwicklung bestimmter Körperteile, namentlich der Brust, eine Vorbedingung. So ist die Verbesserung fehlerhafter Haltung nicht nur aus Gründen gymnastisch-schöner Leibesbildung geboten, sondern sie vermag auch die Folgen krankhafter Anlagen, und dadurch die Verkümmerung wichtiger Lebensorgane hintanzuhalten und zu verhindern.

Normalhaltung.

Als Normalhaltung bezeichnet man eine solche, bei der in aufrechter, gestreckter Stellung ohne besondere Muskelanspannung die natürlichen Krümmungen der Wirbelsäule eine schöne Wellenlinie bilden, deren Wellenberge oder Wellenthäler jeweils dieselbe Höhe haben (Hoffa). — In einem späteren Abschnitt wird darauf noch ausführlicher zurückzukommen sein (Fig. 68).



I. Normalhaltung. II. Militärische Haltung. III. Bequeme Haltung.

Fig. 68—70. H Hüftgelenk. h Horizontale. a b Linie der Beckenneigung.

Militärische Haltung.

Durch Muskelanspannung, namentlich bestimmter Rücken- und Beckenmuskeln — wobei die langen Rückenmuskeln in der Gegend der Lenden und des unteren Abschnitts der Brustwirbelsäule zu beiden Seiten der Wirbelsäule als Wülste vorspringen, so daß die Wirbelsäule in einer tiefen Rinne liegt — kann man aus der mehr ungezwungenen Normalhaltung übergehen in die militärische Haltung des Strammstehens. Dabei wird das Becken stärker nach vorn geneigt oder steiler gestellt; die Krümmung der Lendenwirbelsäule wird eine besonders stark ausgesprochene. Die Schwerlinie, welche bei der Normalhaltung die quere Verbindungslinie der Hüftgelenke (die Hüftachse) schneidet, geht bei der militärischen Haltung vor der Hüftachse her, und fällt in den vorderen Teil des Fußes statt in die Fußmitte

oder den vorderen Rand des Sprunggelenkes, wie dies bei der Normalhaltung der Fall ist (Fig. 69).

Die militärische stramme Haltung ist also kein eigentlicher Haltungstypus — auch der altgediente gedrillte Soldat hält sich im gewöhnlichen Leben nicht so wie beim Strammstehen auf dem Exerzierplatz — sondern eine durch Muskelanspannung bewirkte gymnastische Stellung, die eingenommen wird, um auf entsprechenden Befehl unmittelbar, ohne den allergeringsten Zeitverlust, aus dem Stand in ausgreifenden großschrittigen Marsch übergehen zu können. Diese Haltung drückt also die sofortige Bereitschaft zum Draufgehen, die gespannte Energie aus. Ein längeres Verharren in dieser Haltung wirkt sowohl infolge der Muskelanspannung als des Druckes, den der vornübergebeugte Körper auf die Fußspitzen (Köpfchen der Mittelfußknochen) ausübt, ermüdend. Langes, peinlich genaues Ausrichten der Reihen und Rotten, nachdem schon „Stillgestanden" befohlen ist, wird daher für die Übenden leicht zu einer unangenehm empfundenen Anstrengung.

Bequeme Haltung.

Den vollen Gegensatz zu dieser militärischen straffen Haltung bildet die schlaffe oder bequeme Haltung, die Haltung des Ausruhens. Übertragen ihre Hauptmerkmale sich dauernd auf die gewohnheitsmäßige Haltung beim Stehen und Gehen, so drückt sie dem ganzen Wesen den Charakter der Energielosigkeit und Schwäche auf (Fig. 70).

Bei der bequemen Haltung ist das Becken nur wenig geneigt, die Krümmung der Lendenwirbelsäule nach vorn gering; um so stärker ist die Krümmung des Brustteils nach hinten ausgesprochen; der Bauch ist vorgestreckt; der Rumpf weicht hinter die Hüften zurück; die Schwerlinie fällt hinter die Fußmitte mehr nach der Ferse zu. Während die straffe militärische Haltung verhaltene männliche Energie, sofortige Bereitschaft zu thatkräftigem Drauflosgehen bekundet, prägt sich in der bequemen Haltung mehr weibliche Zartheit, hingebende Schwäche und Versunkenheit in sich aus. Dort straffe, mit einem Übermaß von Muskelanspannung gestreckt gehaltene Glieder, hier alle Glieder in weichem Fluß möglichst ohne Muskelthätigkeit nur in den Gelenken und Bändern in sich zusammengehalten und balanciert. So wird z. B. der Rumpf auf dem Becken lediglich durch das vordere Verstärkungsband des Hüftgelenks, das kräftige Bertinische Band gehalten. Während aus der straffen Stellung unmittelbar mit weitausgreifendem Schritt in den Marsch vorwärts übergegangen werden kann, der Körper vorschießt wie eine gespannte und plötzlich losgelassene Feder, muß aus der schlaffen Haltung der Körper sich erst in sich aufrichten, muß sich zusammenraffen, ehe er den Übergang von beschaulicher Ruhe zum Bewegen und Handeln vollzieht.

Der weiche Fluß der Gliedmaßen bei der bequemen Haltung macht letztere zu einer bevorzugten bei schönen weiblichen Standbildern, wobei allerdings der Körper meist nur auf einem Fuße ruht. Wenn aber auch bei dieser Haltungsform der weibliche Körper schöne Linien gewinnt, so ist dieselbe darum durchaus nicht verwendbar für das Mädchenturnen. Denn ästhetische Schönheit im Sinne der bildenden Kunst und gymnastische Schönheit als Ergebnis einer kräftig gerichteten leiblichen Erziehung sind zwei sehr verschiedene Dinge. Die Vermengung beider hat schon hinreichend Unheil im Mädchenturnen gestiftet.

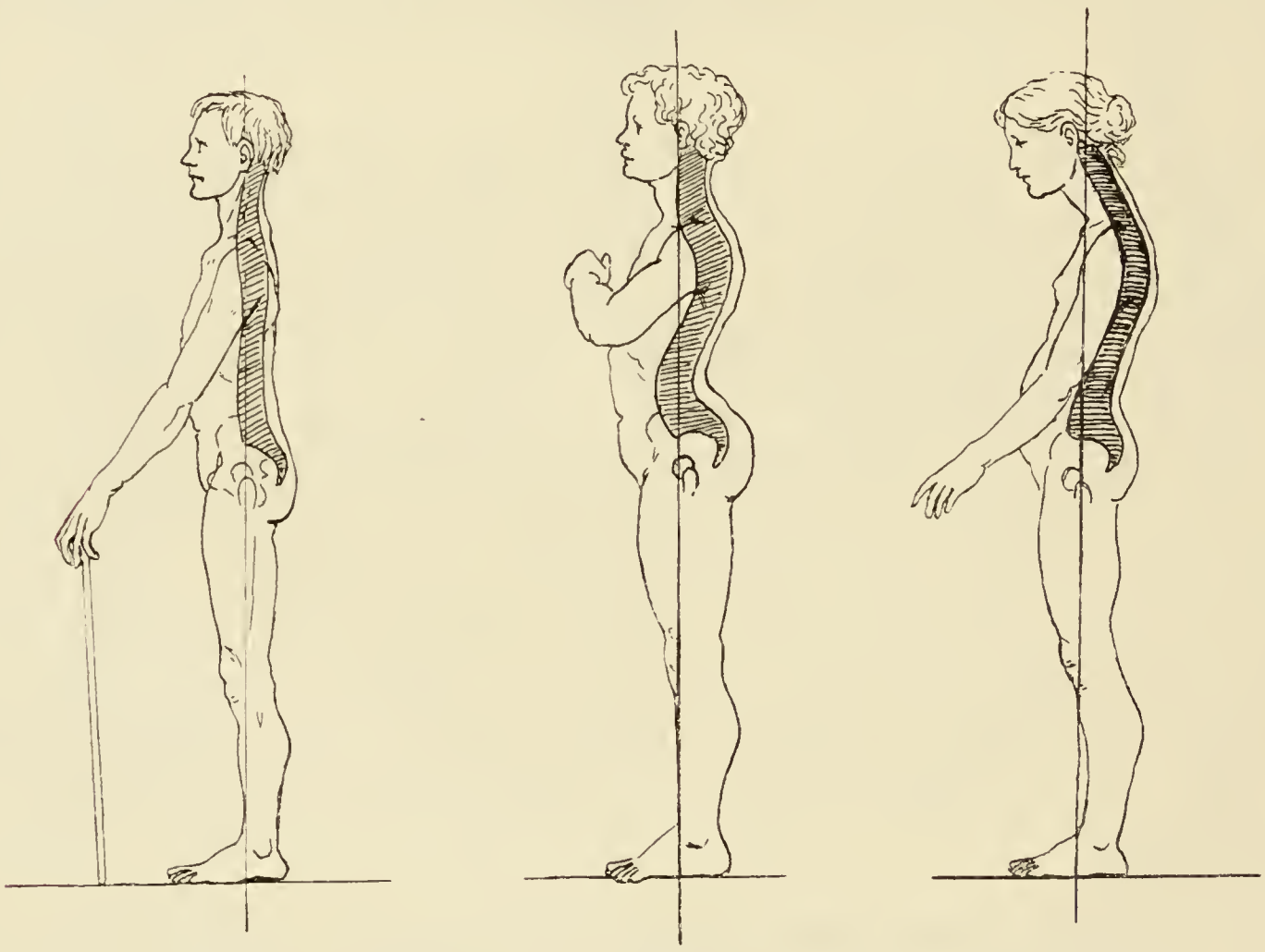
Die straffe militärische und die bequeme Haltung sind also zwei Extreme: Die schöne Normalhaltung bildet die Mitte zwischen beiden. Die Erlangung letzterer ist ein gymnastisches Ziel, ein Turnziel, die straffe Haltung ist aber ein gymnastisches Mittel zur Erlangung dieses Zieles und gehört daher ebenso gut auf den Turn- wie auf den Exerzierplatz.

§ 34. Einige häufigere Haltungsformen.

Neben der oben kurz beschriebenen normalen Haltung der Wirbelsäule beim schönen geraden Stand giebt es noch einige häufiger vorkommende Abweichungen in der Form der natürlichen Wirbelsäulekrümmungen, die turnerisch unsere Beachtung verdienen. Diese sind:

Flache Rücken.

1. Der flache oder flachhohle Rücken (Staffel). Die Wirbelsäule zeigt bei dieser Haltungsart ihre natürlichen Krümmungen kaum ausgesprochen. Der Rücken ist flach oder „platt wie ein Brett"; es fehlt fast gänzlich die hohle Einsattelung über dem Gesäß. Auch die ganze Wirbelsäule ist von der gestreckten Form, wie sie das Kind im ersten Lebensjahr zeigt, kaum abgewichen. Dabei ist die Brust platt, die Schulterblätter hängen nach hinten, so daß man unter dieselben greifen kann. Die Ursache dieser Haltungsart, welche in hervorragendem Maße der Entstehung von seitlicher Rückgratsverkrümmung Vorschub leistet, ist neben ererbter Anlage zu flachem Rücken vor allem in schwächlicher Muskelentwicklung und mangelnder Muskelenergie zu suchen (Fig. 71).



I. Der flache Rücken. II. Der hohle Rücken. III. Der runde Rücken.

Fig. 71—73.

Andauerndes jahrelanges Liegen bei langwieriger Kränklichkeit, oder zu spät erlangte Gehfähigkeit infolge von Störung im Knochenwachstum (Rhachitis) verschulden solche Muskelschwäche des Rückens.

Bei Kindern mit so gestalteter Wirbelsäule ist vor allem ein reichliches Maß von Bewegung vonnöten. Turnerisch sind am wirksamsten: eine straffe Geh- und Laufschule; Gleichgewichtsübungen; Hangübungen an Rundlauf, Ringen und Reck. Die Hangübungen bewirken, wie später noch gezeigt werden soll, stärkere Beckenneigung und dementsprechende Biegung im Lendenteil des Rückgrats.

Hohlrunder Rücken.

2. Der hohle oder hohlrunde Rücken. Das genaue Gegenteil des vorigen Typus. Während dort die natürlichen Krümmungen des Rückgrats kaum oder nur schwach ausgedrückt, auf einer frühen Entwicklungsstufe stehen geblieben sind, zeigen sich hier diese Krümmungen über das Durchschnittsmaß hinaus übertrieben. Namentlich tief ist bei mäßig vorgestrecktem Bauch die Lendeneinsattelung; das pralle Gesäß springt stark nach hinten vor; der obere Rücken ist rundlich gewölbt. Dieser Haltungstypus, mit kräftiger Rückenmuskulatur verschwistert, schützt geradezu vor seitlicher Rückgratsverkrümmung — auch dies im geraden Gegensatz zum flachen Rücken. — Die tiefe Einsattelung über dem Kreuz macht sich bei Weibern mit hohlen Rücken besonders bemerkbar, da die mächtige Fettpolsterung des Gesäßes die Biegungslinie noch verstärkt (Fig. 72).

Turnerisch ist zu bemerken, daß Schülern mit dieser starken Einbiegung in der Lendenwirbelsäule das tiefe Rumpfbeugen nach vorn, welches die entgegengesetzte Biegung in der Lendenwirbelsäule verlangt, schwer fällt, und oft nicht bis zur Berührung des Fußrückens mit den Fingerspitzen der gestreckten Arme gelingt.

Runder Rücken.

3. Der runde Rücken. Je nach Entstehungsursache und Lebensalter sind hier mehrere Formen zu unterscheiden.

a. Runder Rücken der Jugend.

a) Der runde Rücken der Jugend (Fig. 73) ist in gesundheitlicher Beziehung meistens die wichtigste Form. Diese schlechte Haltung kommt vorwiegend in der schulpflichtigen Zeit vom 7.—16. Lebensjahre vor, bei Knaben wie bei Mädchen; bei letzteren angeblich etwas häufiger. Es ist dabei der Rücken in einem einzigen nach hinten konvexen Bogen gewölbt; der Kopf ist vornüber geneigt; die Brust namentlich in ihrem oberen Teil eingesunken. Die Schulterblätter hängen nach außen und stehen mit ihren inneren Rändern flügelförmig ab; der Bauch ist vorgewölbt. Die ganze Haltung macht den Eindruck der Schlaffheit und Schwäche. Dabei braucht nicht immer wirkliche Muskelschwäche vorhanden zu sein — manche Schüler, denen solche schlechte Haltung zur Gewohnheit geworden, sind auf Befehl leidliche Turner —, sondern diese üble Haltung ist vielmehr das Ergebnis mangelnder Willenskraft und Energie, der Bequemlichkeit, des Sichgehenlassens (Fig. 74).

Fig. 74. Runder Rücken.

Mit Recht bilden solche Kinder eine stete Sorge für die Eltern, denn die vornübergeneigte Haltung hemmt die Atemthätigkeit und damit die Entwicklung der oberen Brustabschnitte, wodurch der Einnistung verderblicher Lungenerkrankung Vorschub geleistet wird.

Was nun die Ursachen dieser schlechten Haltung betrifft, so ist letztere oft in der Familie ererbt oder eine Rasseneigentümlichkeit. Sie entsteht ferner häufig durch übermäßiges vornübergebeugtes Sitzen: so bei fehlerhaftem zu niedrig gebautem Schultisch oder Arbeitstisch im Hause; auch schlechter Bank mit mangelnder oder verkehrt angebrachter und daher nicht benutzter Rückenlehne zum Ausruhen der Rückenmuskeln; bei Schulbüchern mit zu kleinem Druck; bei schlechter Beleuchtung des Arbeitstisches und häufigem Lesen und Schreiben im Zwielicht; stundenlangem Klavierspiel usw. Wesentlichen Vorschub leistet bei alledem beginnende oder ausgebildete Kurzsichtigkeit.

Zur Bekämpfung des runden Rückens und der vornübergebeugten Haltung kann ein geeignetes Turnen sehr viel beitragen, und muß es auch, wenn anders das Jugendturnen Wert haben soll.

Vor allem ist eine moralische Einwirkung der Leibesübungen notwendig: dem Kinde muß ein gewisses Kraftgefühl, die Freude an straffem Wesen eingepflanzt

werden; es muß unbedingt überzeugt sein, daß nur eine grade Haltung schicklich und schön ist; es muß lernen, nach dieser Richtung hin stets auf sich zu achten, muß immerfort sich zusammennehmen.

Unter den turnerischen Maßnahmen im einzelnen steht obenan eine stramme Ausbildung im Gehen und Marschieren. Namentlich ist hier der militärische Straffgang, fest, mit Aufsetzen jedesmal der ganzen Fußsohle gleichzeitig, sowie der sogenannte langsame Schritt, erst ohne Belastung mit Hüften fest, dann in Verbindung mit passenden, leichten Stabgriffen und Hantelübungen ausgeführt, von großer Wirksamkeit. Zur Kräftigung der Muskeln des Schulterrings und des Brustkorbes dienen geeignete Freiübungen mit Belastung, wobei auf schöne Haltung vor allen Dingen zu achten und zu dringen ist. Von den Gerätübungen — Übungen im Hang sind hier vorzuziehen — gilt ein Gleiches. Neben den Turnübungen im engeren Sinn ist hier das Schwimmen von großem Nutzen.

Fig. 75.

Zur Erkräftigung der Rückenmuskeln sind Gleichgewichtsübungen dienlich, darunter auch die Belastung des Kopfes mittels eines aufgelegten und zu balancierenden Gegenstandes. Letztere Übung ist zur Bekämpfung des runden Rückens besonders dann wirksam, wenn der zu tragende Gegenstand (hohes Kissen, kleines bauchiges Gefäß und dergl.) nicht oben auf dem Scheitel, sondern mehr nach vorn, dicht hinter der Grenze des Haarwuchses getragen wird. Der Übende wird dadurch gezwungen, den Kopf nach hinten übergestreckt zu tragen, also genau entgegengesetzt der fehlerhaften Haltung (Fig. 75).

Fig. 76. Stirnrahmen.

Unnütz sind beim hohen Rücken die beliebten Geradhalter, wenn dabei die straffe Übung vernachlässigt wird. Denn die Wurzel des Übels: mangelnde Anspannung der Rücken- und Schultermuskulatur durch den Willen vermögen auch die besten Geradhalter nicht zu beheben. Zur Verhütung einer vornübergebeugten Haltung bei anhaltendem Lesen und Schreiben sind Vorrichtungen wie die Schreibstütze zum Auflegen des Kinns (Soennecken) oder ein Stirnrahmen (Staffel; Kollmann) von Nutzen (Fig. 76).

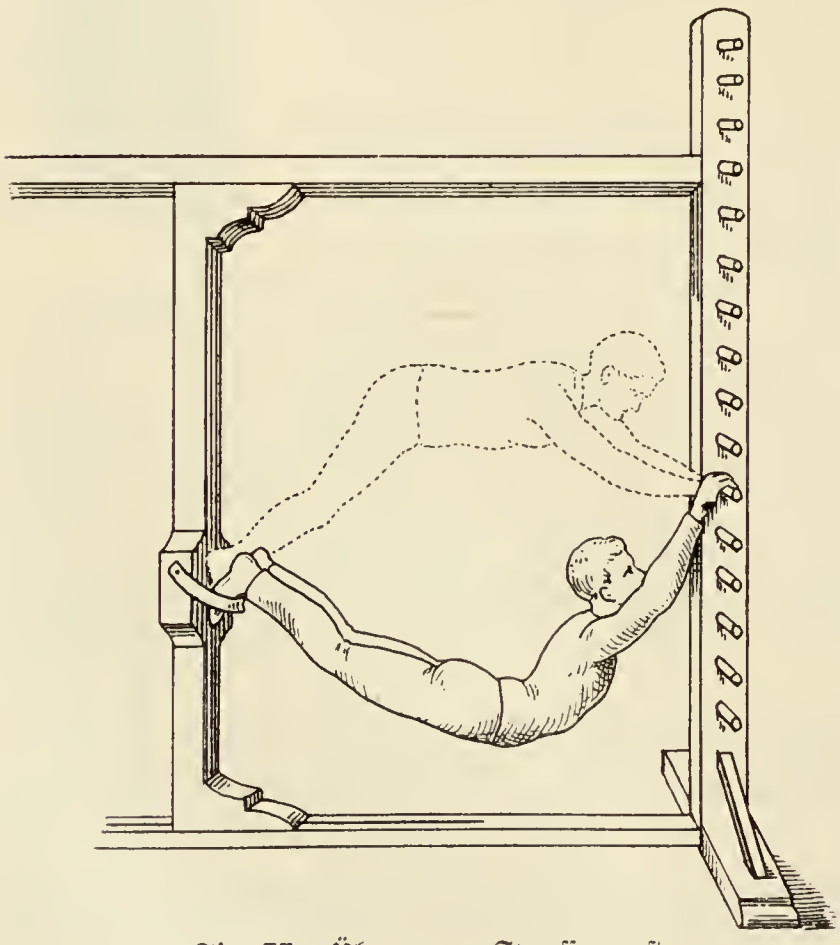


Fig. 77. Übung am Sprossenmast.

Bei höheren Graden des runden Rückens der Jugend ist neben der erzieherisch-turnerischen eine besondere ärztlich geleitete Behandlung angezeigt. Hier sind vor allem geeignete Übungen der schwedischen Heilgymnastik (Übungen am Streckgestell, sowie ferner am Sprossenmast, (Fig. 77), letztere auch durch Übungen an unseren Turngeräten, wie Barren, wagerechte und senkrechte Leiter ersetzbar), Massage des Rückens, Anwendung besonderer Apparate — z. B. des Beely'schen Redressionsapparates — usw. von Nutzen. Näher darauf einzugehen ist hier nicht der Ort.

Runder Arbeitsrücken.

b) Der runde Arbeitsrücken. Schwere körperliche Arbeit, die vorwiegend in gebückter Stellung ausgeführt wird, Hantieren mit mächtigem Werkzeug, häufige Überanstrengung der Muskeln, des Schultergürtels und der Arme führt langsam beim gereiften Manne zu einer dauernden Rückwölbung der oberen Brustwirbelsäule: dem Arbeitsbuckel. Die Arbeitsfähigkeit wird dadurch nicht beeinträchtigt (Fig. 78).

Fig. 78. Der runde Arbeitsrücken.

Vielfach hat man das im Übermaß betriebene Geräturnen, namentlich am Barren, beschuldigt, solch hohen Rücken zu erzeugen. An sich ist diese Möglichkeit nicht zu bestreiten, ebensowenig die Thatsache, daß zahlreiche Turner in den Männerturnvereinen diese Haltung zeigen. Jedoch darf nicht übersehen werden, daß die Mehrzahl der Vereinsturner aus Handwerkern und Arbeitern besteht; mithin wird in den gedachten Fällen die tägliche schwere Berufsarbeit wohl in erster Linie als verbildende Ursache anzuschuldigen sein.

Weit eher scheint die schlechte Haltung beim schnellen Radfahren geeignet, in dieser Richtung schädlich zu wirken.

Nur bei mäßiger Geschwindigkeit vermag der Radfahrer in guter Haltung zu fahren, falls Sattel, Lenkstange und Pedale in ihrer Lage den Körperverhältnissen des Fahrenden entsprechen, und eine gute Haltung überhaupt gestatten. Nur zu oft ist dies nicht der Fall, und die Haltung der Radfahrer ist dann stets, auch bei langsamerem Fahren eine schlechte. Bei schnellerem Fahren wird aber jeder Radfahrer, durch die Unmöglichkeit, gegen den Druck der Luftschicht vor dem Haupte auszuatmen, gezwungen, das Gesicht zu senken. In geradezu horizontale Lage wird die Achse des Kopfes gesenkt beim schnellsten Fahren oder beim Fahren gegen den Wind. Dazu kommt noch das instinktive Bestreben, durch die vornübergebeugte Haltung dem Winde möglichst wenig Angriffsfläche zu bieten und den Widerstand der Luft möglichst zu verringern (Fig. 79).

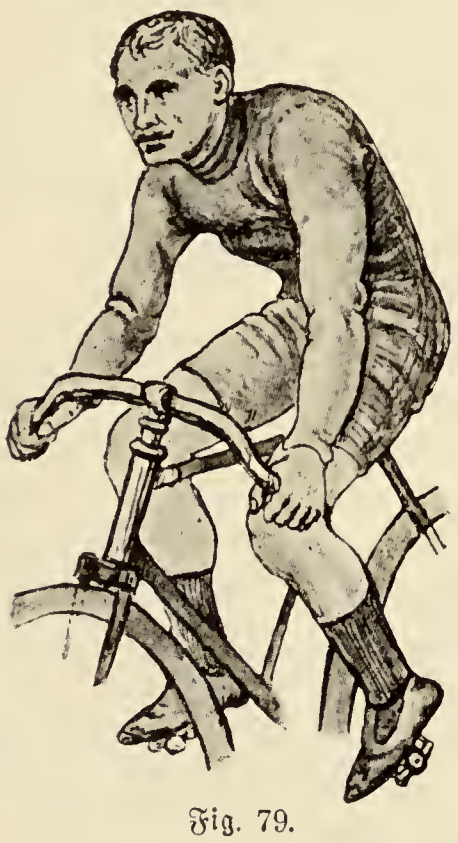


Fig. 79.

Mag beim kräftigen Erwachsenen die häufigere oder doch nur zeitweise Annahme solcher vorgebeugter Haltung keine dauernde Wirkung auf die Form der Wirbelsäule und damit auf die gesamte Körperhaltung mehr haben: beim noch wachsenden Knaben oder Mädchen liegt diese Gefahr aber sicherlich vor. Verallgemeinerung des Radfahrens schon bei der heranwachsenden Jugend wird zweifellos gleichbedeutend sein mit Verallgemeinerung schlechter, vornübergeneigter Körperhaltung.

Fig. 80.
Der runde Greisenrücken.

Runder Greisenrücken.

c) Der Vollständigkeit halber sei noch der runde Greisenrücken erwähnt, eine Folge der durch das zunehmende Alter bedingten Muskelschwäche und des Knochenschwundes, welche die Wirbel einsinken machen (Fig. 80). Bei alten Frauen vermag das Korsett — dem man hier ausnahmsweise etwas Gutes nachsagen kann — diese Alterserscheinung durch die Stütze, welche es der Wirbelsäule verleiht, mehr hintan-

zuhalten. Greisinnen bewahren deshalb meistens länger eine schöne Haltung als Greise. —

Die weiteren Formen der Verbiegungen und Knickungen der Wirbelsäule in der Richtung von vorn nach hinten — Lordose oder Einbiegung der Wirbelsäule und Kyphose oder Buckel —, wie sie infolge von Wirbelerkrankungen, Erkrankung des Hüftgelenkes, Lähmungen usw. entstehen, fallen lediglich der ärztlichen Fürsorge anheim.

§ 35. Die seitliche Rückgratsverkrümmung.

Seitliche Rückgratsverkrümmung.

1. Vorübergehende seitliche Rückgratsverkrümmung.

Vorübergehende seitliche Verkrümmung.

Der Umstand, daß das Kreuzbein als Träger der Wirbelsäule in das Becken fest eingekeilt ist, bewirkt, daß bei Neigung des Beckens um die quere Hüftbeinachse, wie das aufrechte Gehen und Stehen es erfordert, die Lendenwirbelsäule sich nach oben umbiegen muß. Wir sahen, daß diese Umbiegung schließlich zu einer dauernden wird.

Neigt sich das Becken dagegen um eine von vorn nach hinten gelegte Achse, welche die quere Achse im rechten Winkel schneidet, so kommt das eine Hüftgelenk höher zu liegen. Das Kreuzbein wird dann natürlich aus der senkrechten Richtung in eine schiefe gebracht, und die ganze Wirbelsäule würde dieser schiefen Richtung (cd in Fig. 82) folgen, der Körper seitlich umfallen, wenn nicht die Lendenwirbelsäule eine Umbiegung nach der entgegengesetzten Richtung (ef, Fig. 82) erführe. Eine zweite Krümmung oder Gegenkrümmung (zuweilen noch eine abermalige Gegenkrümmung weiter oben) bewirkt, daß der die Wirbelsäule krönende Kopf in die senkrechte Linie über die Beckenmitte gebracht und das Gleichgewicht hergestellt wird.

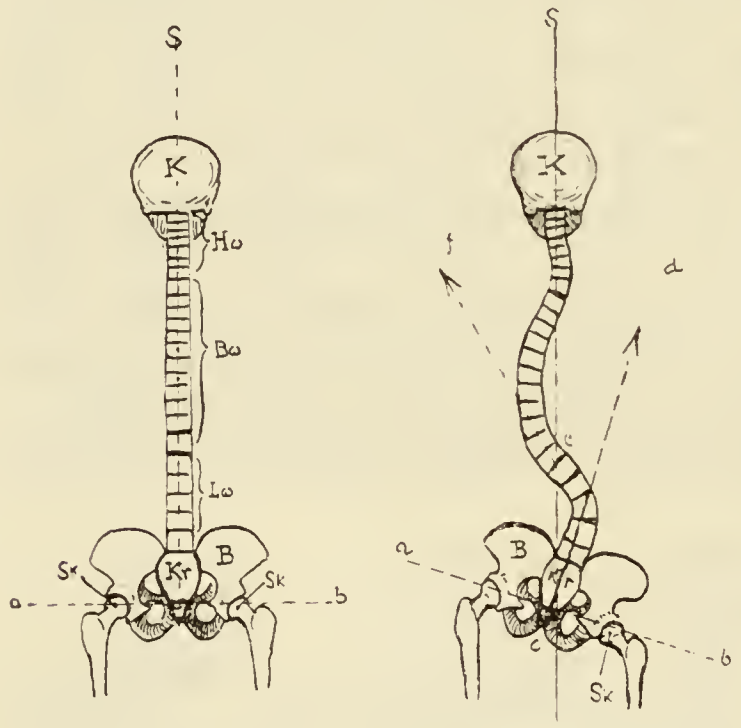


Fig. 81 und 82. Seitliche Rückgratsverkrümmung bei Schiefstellung des Beckens. S Schwerlinie; K Kopf; Hw Halswirbelsäule; Bw Brustwirbelsäule; Lw Lendenwirbelsäule; Kr Kreuzbein; B Becken; a b quere Hüftgelenkachse; Sk Oberschenkelkopf.

Eine solche Schiefstellung des Beckens mit ihren Folgen tritt in der Ruhestellung namentlich ungemein oft dadurch ein, daß der Körper nur auf einem Beine ruht, während das standfreie oder „Spielbein" leicht gebeugt neben das Standbein gestellt wird (Fig. 83): bald mehr in der Richtung nach vorn, bald mehr nach hinten oder seitlich oder endlich, indem das Spielbein das Standbein kreuzt. In jedem dieser Fälle wird aber die Körperlast nicht gänzlich auf das Standbein übertragen, wie es dann der Fall ist, wenn das standfreie Bein vom Boden abgehoben und gar für sich bewegt wird (so bei den früher beschriebenen Gleichgewichtsübungen), sondern ein kleiner Bruchteil der Körperlast wird vom Spielbein übernommen.

Obschon das Stehen auf einem Bein ermüdender ist als das Stehen gleichzeitig auf beiden Beinen, so ist beim Ruhestand doch das Stehen auf einem Bein die gewöhnlichere Stellung. Bei dem Befehl „Rührt euch!" wird daher fast stets das eine Bein entlastet und leicht vor oder seitlich gestellt. Tritt Ermüdung des Standbeines

ein, so wird gewechselt: die Körperlast überträgt sich auf das bisher standfreie Bein, während das ermüdete Bein in der Stellung als Spielbein sich ausruhen kann. Da nun das Standbein ganz gestreckt ist, das standfreie oder Spielbein aber in Hüft- und Kniegelenk gebeugt, mithin kürzer als das Standbein ist, so kann das standfreie Bein nur dann den Boden mit dem Fuß erreichen, wenn die betreffende Beckenseite mit dem Hüftgelenk gesenkt, das Becken also schief gestellt ist. Damit ist beim Stehen mit vorwiegender Übertragung der Körperlast auf ein Bein die Notwendigkeit einer vorübergehenden seitlichen Rückgratsverkrümmung gegeben.

Diese vorübergehende seitliche Rückgratsverkrümmung wird zu einer dauernden, wenn die Verkürzung des einen Beines keine zufällige, durch die Art der Stellung bedingte, sondern eine stetig vorhandene ist (s. u. statische Skoliose).

In gleicher Weise wird Schiefstellung des Beckens bewirkt und damit entsprechende seitliche Krümmung der Wirbelsäule, wenn der Sitz ein schräger ist. Dies tritt bei Mädchen

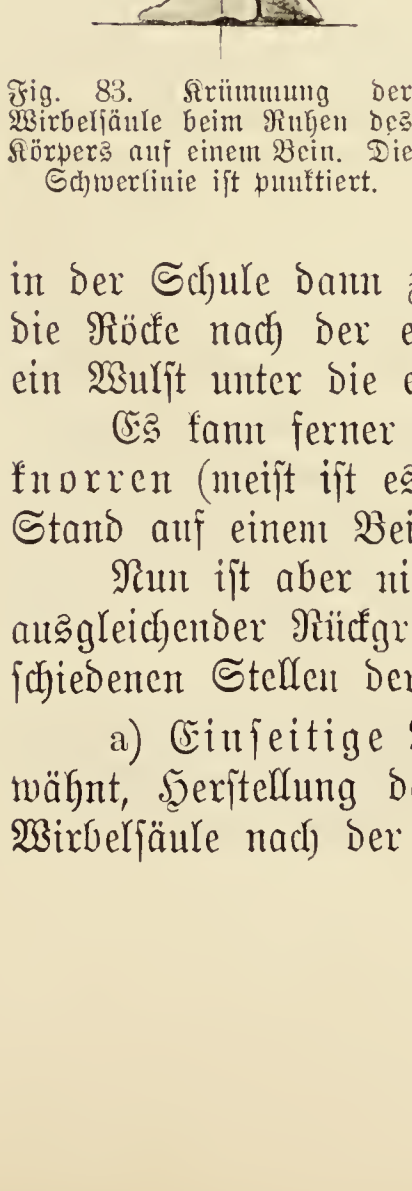


Fig. 83. Krümmung der Wirbelsäule beim Ruhen des Körpers auf einem Bein. Die Schwerlinie ist punktiert.

Fig. 84. Seitliche Rückgratsverkrümmung bei Sitz nur auf dem linken Gesäß.

Fig. 85. Krümmung der Wirbelsäule bei einseitiger Belastung durch Schulmappe.

in der Schule dann z. B. häufig ein, wenn beim Eintreten in die enge Schulbank die Röcke nach der entgegengesetzten Seite zusammengefaßt und so beim Sitzen wie ein Wulst unter die eine Hinterbacke geschoben werden.

Es kann ferner beim Sitzen die Körperlast vorzugsweise auf einen Sitzknorren (meist ist es der linke) übertragen werden, ähnlich wie beim vorwiegenden Stand auf einem Bein, und dadurch Schiefstellung des Beckens entstehen (Fig. 84).

Nun ist aber nicht ausschließlich die Schiefstellung des Beckens Ursache seitlicher ausgleichender Rückgratsverkrümmung, sondern derartige Einflüsse können von verschiedenen Stellen der Wirbelsäule aus wirksam sein. Es seien genannt:

a) Einseitige Belastung des Körpers. Bei solcher ist, wie oben schon erwähnt, Herstellung des Gleichgewichts nur möglich durch seitliche Umbiegung der Wirbelsäule nach der unbelasteten Seite hin. Dabei ist gleichgiltig, ob die Last auf

den Schultern hoch getragen wird oder am herabhängenden Arm — hier ist namentlich an das Tragen schwerer Schulmappen bei Mädchen zu erinnern (Fig. 85) — oder ob die Last (z. B. bei Schülern eine Büchertasche oder ein mit umgeschnalltem Riemen zusammengehaltener Stoß von Büchern) im Ellbogenwinkel des gebeugten Armes mit Aufstützen auf den Beckenrand in der Hüftseite getragen wird.

b) Seitliche Neigung des Kopfes. Dieselbe bedingt, namentlich wenn sie auch noch mit Drehung des Kopfes verbunden ist, seitliche Krümmung der Hals- und entsprechende Gegenkrümmung der Brustwirbelsäule. Aus diesem Grunde kann die Kopfhaltung beim Lesen und Schreiben mit zur Entstehung von seitlichen Rückgratsverkrümmungen im Schulalter beitragen.

Fig. 86.

c) Seitliches Anlehnen des Körpers mit Schulter oder Arm. Eine Biegung des Rückgrats erfolgt, wenn der Rumpf im Sitzen nach einer Seite hin sich neigt und durch Anlehnen mit der Schulter Halt gewinnt. Dies ist z. B. der Fall, und sei als Entstehungsursache für seitliche Rückgratsverkrümmung hier erwähnt, bei dem kleinen Kinde, welches von der Mutter, auf dem Unterarm sitzend, getragen wird, wobei sich das Kind an Oberarm und Brust der Mutter mit dem Rumpfe anlehnt (Fig. 86).

Ist ein Arm erhoben und gegen einen festen Gegenstand an- oder aufgelehnt, so biegt sich die Wirbelsäule im Brustteil nach dem aufstützenden Arme zu aus, während im Lendenteil entsprechende Gegenkrümmung erfolgt. Dies ist namentlich bedeutsam für die oft beliebte Schreibhaltung, bei welcher der rechte Arm mit dem Ellbogen auf dem Tische aufgestützt ist, während der linke Arm sich nur mit der Hand auf die Tischplatte stützt und der linke Ellbogen tiefer als die Tischplatte sich befindet.

Dauernde seitliche Rückgratsverkrümmung oder Skoliose.

2. Dauernde seitliche Rückgratsverkrümmung oder Skoliose.

Unter Skoliose versteht man eine oder mehrere seitliche Ausbiegungen der Wirbelsäule, welche auch nach willkürlicher Einnahme einer möglichst geraden Haltung nicht wieder verschwinden. Diese Ausbiegungen sind meist mit einer kleinen Drehung der Wirbelkörper um ihre Achse nach der konvexen Seite der Ausbiegung hin verbunden. Ist nur eine einzige seitliche Krümmung vorhanden, was beim Beginn der Verbildung gewöhnlich der Fall, so spricht man von einer einfachen Rückgratsverkrümmung. Treten eine oder mehrere Gegenkrümmungen hinzu, so spricht man von einer zusammengesetzten Rückgratsverkrümmung.

Mannigfache krankhafte Störungen können Ursache solcher Skoliosen sein. Die weitaus häufigsten Formen entwickeln sich aber infolge von ungleichartiger Belastung der Wirbelsäule, sei es, daß diese Belastung — und das ist die schulhygienisch wichtigste Form — durch gewohnheitsmäßig schlechte Haltung, namentlich beim Sitzen, eine ungleichartige wird und allmählich zur dauernden Entstellung führt: habituelle Skoliose; sei es, daß Knochenerkrankung die Wirbelsäule nachgiebig gegen den Belastungszug gemacht hat: rhachitische Skoliose; sei es, daß durch Schiefstand der queren Beckenachse bei ungleicher Länge der Beine sich die Lendenwirbelsäule entsprechend krümmt: statische Skoliose.

Statische Skoliose.

a) Statische Skoliose oder: seitliche Rückgratsverkrümmung bei ungleicher Beinlänge. Besteht aus irgend einer Ursache — ungleiches Wachstum der Beine; frühere Gelenk- oder Muskelerkrankung an einem Bein usw. — eine dauernde Un-

gleichheit in der Länge beider gestreckten Beine, so liegt beim geraden Stehen das Hüftgelenk des längeren Beins höher als das des kürzeren; Hüftachse und Becken stehen schief, und der Rumpf würde sich nach der Seite des kürzeren Beins hinneigen und umfallen, wenn nicht die Wirbelsäule im Lendenteil sich entgegengesetzt umböge, so daß der Kopf wieder senkrecht über die Beckenmitte gebracht wird (Fig. 88).

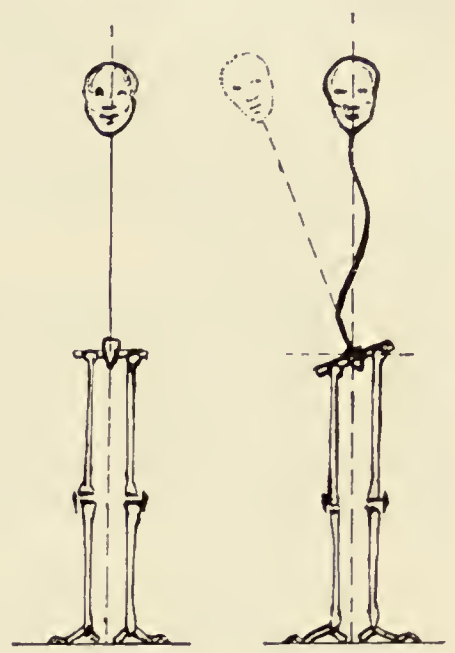


Fig. 87 und 88. Entstehung der statischen Skoliose.

Die Ungleichheit der Beine braucht dazu nicht so groß zu sein, um sichtlich einen hinkenden Gang zu verursachen. Nach Staffel und anderen ist diese seitliche Rückgratsverkrümmung häufiger, als man bisher annahm. Er fand in 230 Fällen 62 mal das linke Bein etwas verkürzt. Jedenfalls ist auf diese Möglichkeit bei allen Rückgratsverkrümmungen zu achten und die Beinlängen (die Entfernungen folgender, beim Lebenden gut durch die Haut fühlbarer Knochenpunkte sind an den beiden Beinen zu vergleichen: vorderer oberer Darmbeinstachel; großer Rollhügel; Schienbeinstachel; äußerer und innerer Fußknöchel) genau zu messen.

Bei Schiefstand des Beckens finden sich die an jedem Körper gut sicht- und durchfühlbaren vorderen Darmbeinstachel niemals in einer horizontalen Linie, wenn der Körper in Grundstellung gerade gestellt ist. Der Darmbeinstachel auf der Seite des verkürzten Beins steht tiefer. Erst wenn man nun unter den Fuß des verkürzten Beins ganz dünne Brettchen oder Scheiben von Pappe aufeinanderlegt, gelingt es, die gesenkte Beckenseite allmählich so weit zu heben, daß die beiden vorderen oberen Darmbeinstachel genau in einer Horizontalen stehen. Die Höhe der untergelegten Brettchen oder Pappscheiben giebt dann den Grad der Verkürzung des Beins — und zugleich an, um wie viel durch Sohleneinlage in dem betreffenden Schuh das verkürzte Bein zu verlängern ist, damit die Ungleichheit behoben werde. Dann wird auch mit Wegfall der Ursache die Verkrümmung des Rückgrats verschwinden — falls nicht das Übel schon lange Jahre unerkannt besteht und Veränderungen der Bänder und Knochen der Wirbelsäule noch besondere ärztliche Maßnahmen (z. B. Streckung der Wirbelsäule mittels geeigneter Apparate) erheischen.

Rhachitische Skoliose.

b) Rhachitische Skoliose. Diese Form von Verkrümmung tritt infolge von Rhachitis oder englischer Krankheit meist in den ersten Kinderjahren vor dem schulpflichtigen Alter auf. Sie fällt lediglich der ärztlichen Fürsorge anheim und bietet kein besonderes turnerisches Interesse.

Habituelle Skoliose.

c) Habituelle Skoliose oder: seitliche Rückgratsverkrümmung aus gewohnheitsmäßiger fehlerhafter Haltung. Von allen nicht angeborenen Verbildungen am Körper ist — mit Ausnahme allein der Verunstaltung der Füße durch die Fußbekleidung — diese wohl die häufigste. Sie entsteht vorwiegend im schulpflichtigen Alter, vom 7. bis 12. Lebensjahre. Die Verbildung ist bei Mädchen wohl 5—6 mal so häufig als bei Knaben. Die Häufigkeit des Vorkommens ist oft eine erschreckend hohe. Einige Zahlen mögen dies darthun. W. Mayer fand unter 336 Mädchen nur 147 fehlerfrei. Die Zahl der Abweichungen in Haltung und Bau der Wirbelsäule war 43,65% im 7. Lebensjahr und stieg im 13. Lebensjahr bis zu 70,9%. — Guillaume fand unter 350 Knaben 18%, unter 381 Mädchen 41% mit Rückgratsverkrümmungen, Axel Key in Stockholm in den von ihm untersuchten höheren Mädchenschulen dagegen nur durchschnittlich 10,8% (jedes 9. Mädchen). Im 7. Lebensjahr hatte noch keins der Mädchen eine Verkrümmung; im 18. Lebensjahr war die Ziffer angestiegen auf 17,10% (jedes 6. Mädchen). — Schenk untersuchte

mit besonders genauen Methoden 200 Berliner Schulkinder. Nur 40 von diesen Mädchen zeigten ganz tadellosen Bau und Haltung der Wirbelsäule. —

Verkrümmung im Brustteil der Wirbelsäule nach rechts scheint etwas häufiger vorzukommen als die nach links. Die Angaben hierüber sind jedoch widersprechend.

Bei einem Viertel aller Befallenen soll die Skoliose, d. h. die Neigung zu solcher, vererbt sein. Vor allen sind es die Haltungstypen des flachen Rückens sowie des runden Rückens der Jugend, welche leicht zu seitlichen Verkrümmungen führen. Wie wir sahen, waren diese Arten schlechter Haltung Folge von Muskel- sowie Willensschwäche.

Entstehung der habituellen Skoliose.

Als die eigentliche *Gelegenheitsursache* der seitlichen Rückgratsverkrümmung sieht man aber allgemein *fehlerhafte Haltung* beim Schreiben in der Schulbank wie am häuslichen Arbeitstische an. Schlechte Haltung beim Lesen und Zeichnen sowie bei feineren Handarbeiten kommt noch hinzu. Die Skoliose ist daher auch geradezu als „Schulkrankheit" oder als „Sitzkrankheit" bezeichnet worden.

Im einzelnen ist zu bemerken:

1. Fehlerhafte Schreibhaltung mit Drehung und Seitenbeugung des Kopfes bei überschräger Mittellage oder bei starker Rechtslage des Schreibheftes bewirkt leicht eine *Drehung* des Oberkörpers, d. h. der Brustwirbelsäule gegen das Becken. Gleichzeitig entsteht dabei leichte Krümmung der Hals- und Gegenkrümmung der Brustwirbelsäule.

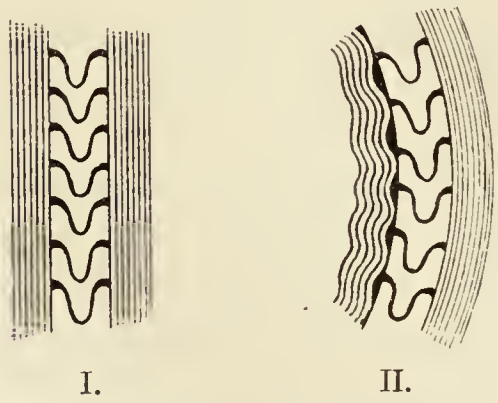
2. Noch leichter stellt sich beim Schreiben nicht nur Drehung, sondern auch Verkrümmung der Wirbelsäule ein, wenn beim Schreiben der eine Arm (gewöhnlich der schreibende rechte) höher liegt als der andere. Dabei wird auch noch meist die Rumpflast nur auf das linke Gesäß übertragen, um den rechten Arm freier zu haben.

3. Bei Mädchen wird solche Haltung in ihren Folgen noch dadurch verstärkt, daß beim Sitzen die Röcke nach einer Seite unter Gesäß und Schenkel zusammengeschoben werden (Schiefstand des Beckens durch Sitz auf geneigter Sitzfläche).

4. Zu alledem kommt noch als erschwerender Umstand hinzu, daß bei anhaltendem Sitzen die Rückenmuskulatur ermüdet, und die Wirbelsäule dadurch nur um so leichter zusammensinkt.

Kurz: schlechtes überlanges Sitzen auf schlechter Schulbank erzeugt — zunächst vorübergehend, schließlich dauernd — die typische Form der seitlichen Rückgratsverkrümmung, selbst wenn für die oberflächliche Betrachtung das Kind noch leidlich gerade zu sitzen scheint.

Wird eine solche falsche Schreibhaltung täglich eine Anzahl von Stunden eingenommen, so stellen sich allmählich bestimmte Veränderungen an den Wirbelkörpern und deren Bändern ein. Eine gewisse Weichheit der Knochen, wie sie bei schnell wachsenden zarten und schwächlichen Kindern die Regel ist, begünstigt diese Änderung. Aber auch die Muskeln längs der Wirbelsäule werden mitbeteiligt, indem sie an der konvexen Seite der zunächst nur zeitweiligen Ausbiegung gedehnt werden, während sie an der konkaven Seite gänzlich entspannt bleiben und infolge des Nichtgebrauchs zu schrumpfen beginnen (Fig. 89). Da diese Muskeln — um schwächliche Kinder handelt es sich ja vorzugsweise — ohnehin schlaff sind, so vermögen sie nur im Beginn der entstehenden Verbildung durch ihre Zusammenziehung die Krümmung selbstthätig wieder auszugleichen, und die Geradstreckung der Wirbelsäule wieder-



I. II.

Fig. 89. Schema der Muskulatur längs der Wirbelsäule. I. normal; II. bei Verkrümmung der Wirbelsäule: während rechts die Muskeln gedehnt sind, sind sie links vollkommen entspannt.

zugewinnen. Später ermüden sie bald bei dem Versuche; immer wieder sinken die Kinder in die fehlerhafte Haltung zurück, und sind sich schließlich deren gar nicht mehr bewußt. Die Verkrümmung ist so eine dauernde geworden.

Zwei verbildende Ursachen waren mithin gleichzeitig wirksam: Die einseitige Belastung der Wirbelknochen und die Ermüdung der Rückenmuskeln.

Man hat demgemäß drei Stufen der Erkrankung unterschieden:

I. Ein Ausgleich der Krümmung durch willkürliche Muskelthätigkeit ist noch möglich.

II. Die Wirbelsäule kann aktiv durch gewollte Muskelthätigkeit nicht mehr gestreckt werden, aber sie ist noch beweglich; die Krümmung läßt sich passiv (z. B. durch Zug oder im Hang) ausgleichen.

III. Die gekrümmte Wirbelsäule ist hinsichtlich der seitlichen Ausbiegungen fast ganz unbeweglich geworden. Durch Zug ist sie nicht mehr gerade zu strecken.

§ 36. Bekämpfung der seitlichen Rückgratsverkrümmungen.

Bekämpfung der seitlichen Rückgratsverkrümmungen.

A) Vorbeugende Maßnahmen. Dieselben sind zur Bekämpfung einer bei der Schuljugend so stark verbreiteten Verbildung weitaus am wichtigsten. — An der Spitze steht hier die allgemeine Kräftigung des Körpers und damit auch der Muskeln und des Knochengerüsts durch reichliche Bewegung in freier Luft. Die geeignetste Form dafür sind die Jugendspiele, und zwar schon in den allerersten Schuljahren, denn gerade auf das zarte Alter vom 6. bis 9. Lebensjahre machen sich die schädigenden Einflüsse der Sitzarbeit in der Schulbank am allermeisten geltend. Zu den Spielen hat sich später das Schwimmen und Schlittschuhlaufen zu gesellen. Was die eigentlichen Turnübungen betrifft, so haben dieselben auf Erzielung einer schönen geraden Haltung und Kräftigung der Rückenmuskulatur besonders hinzuwirken. Die Thatsache, daß nicht alle Kinder bei gewohnheitsmäßiger fehlerhafter Schreibhaltung skoliotisch werden, sondern nur die schwächlich beanlagten und weniger widerstandsfähigen, die Thatsache ferner, daß das weibliche Geschlecht in ungleich höherem Maße betroffen wird, giebt den Fingerzeig, daß auch beim Mädchenturnen keine weichliche ästhetisierende Richtung am Platze ist, sondern ein genügendes Maß von Straffheit und Kraftentwicklung gefordert werden muß. Daß dadurch der weiblichen Anmut und dem weiblichen Wesen Eintrag geschehen könne, ist ein ganz ungegründetes Vorurteil. Auch der jugendliche Leib der Mädchen erfordert zu einer gesunden Entwicklung kräftiges Regen und Bewegen, schnellen festen Schritt und munteren Lauf und nicht das immer noch viel beliebte, für die Kräftigung des Körpers und die wichtige Entwicklung wichtiger Organe gänzlich belanglose Übermaß von Ordnungsübungen und Reigen in tänzelnden Schrittchen.

Vorbeugende Maßnahmen.

Beim Schulunterricht ist vor allem auf gute Haltung beim Lesen und Schreiben stetig zu achten. Dazu ist zunächst eine zweckmäßige Gestaltung der Schulbank notwendig.

Die Anforderungen an eine richtig gebaute Schulbank sind kurz folgende:

1. Richtige Höhe der Schulbank. Dieselbe soll so beschaffen sein, daß bei senkrecht herabhängendem Unterschenkel der ganze Fuß auf dem Boden aufruhen kann. Als geeignetes Maß hat man $^3/_{11}$ der Körperlänge bezeichnet. — Da die Körperlänge der Kinder auch derselben Altersstufe eine recht verschiedene, so sollen in jeder Schulklasse Bänke in verschiedenen Größen vorhanden sein. Dann sind aber auch die Kinder dementsprechend nach der Körpergröße auf die Bänke zu verteilen, und es muß

Schulbank.

die Gewohnheit entfallen, den Schülern, unbekümmert um richtig bemessene Bankſitze, die Plätze nach ihren Leiſtungen zuzuweiſen.

2. Das Sitzbrett muß eine angemeſſene Breite haben, ſo daß der Oberſchenkel möglichſt bis zur Kniekehle vollſtändig aufruht. Das Sitzbrett gewährt feſteren Sitz, wenn es keine horizontale Platte darſtellt, ſondern nach hinten zu für die Geſäßgegend ein wenig ausgehöhlt iſt, oder leicht nach rückwärts geneigt iſt.

3. Die Tiſchplatte ſoll nach dem Schüler zu leicht geneigt ſein. Die Schrift von Buch und Schreibheft wird dadurch leichter überſehbar, und der Schüler hat weniger Veranlaſſung, ſich mit dem Kopf ſtark vornüber zu beugen.

4. Wichtig iſt die gegenſeitige Stellung von Tiſch und Sitz. Es iſt hier zu unterſcheiden:

a) der Abſtand zwiſchen den Senkrechten der inneren Tiſchkante und der vorderen Sitzkante, oder die „Diſtanz“. Beſteht zwiſchen dieſen beiden Senkrechten ein Abſtand, ſo bezeichnen wir dies als Plus-Diſtanz; fallen die beiden Senkrechten zuſammen, ſo nennen wir dies Null-Diſtanz; überragt die innere Tiſchkante die vordere Bankkante, ſo haben wir eine Minus-Diſtanz (Fig. 90). Die

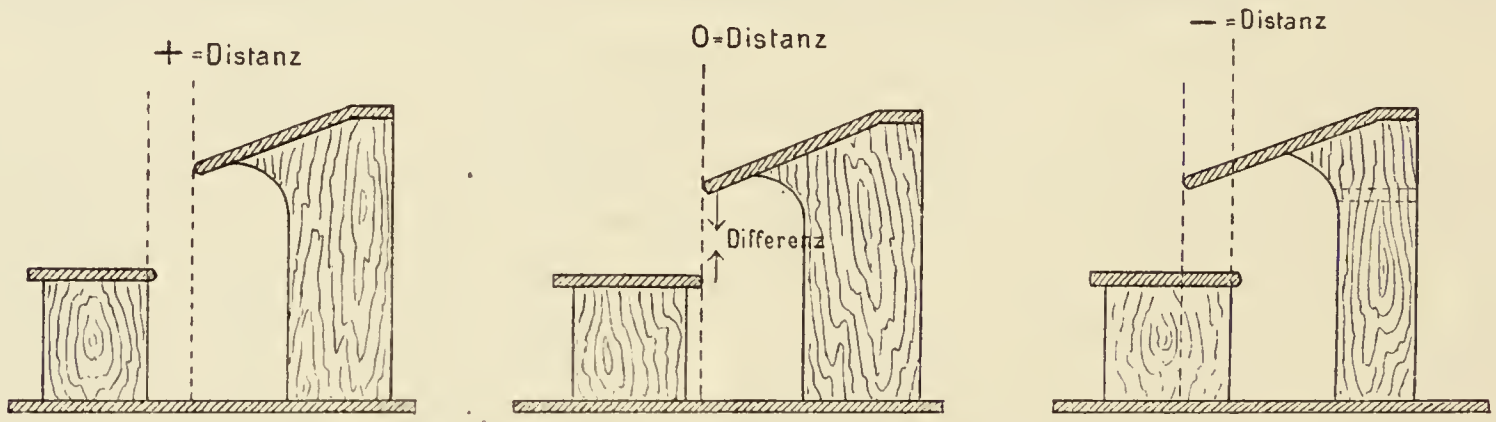


Fig. 90.

Plus-Diſtanz führt am eheſten zu ſchlechtem Sitz und iſt daher überhaupt zu verwerfen. Für das Leſen iſt eine Null-Diſtanz am geeignetſten. Für das Schreiben fördert die Minus-Diſtanz am meiſten eine gute Geradehaltung; jedoch darf die Minus-Diſtanz nicht zu groß ſein, weil ſonſt der Schüler leicht dazu verführt wird, die Bruſt wider die Tiſchkante anzupreſſen. — Um zweierlei Diſtanzen für Leſen wie Schreiben bei der Schulbank zu ermöglichen, hat man entweder die Tiſchplatte oder den Sitz in der Richtung von vorn nach hinten beweglich gemacht. Solche Diſtanzveränderung hat aber — ſo ſinnreich auch bei manchen der zahlreichen Schulbankſyſteme der betreffende Mechanismus erdacht iſt — für die Handhabung beim Unterrichte doch manche unleugbare Übelſtände. Es wird daher vielfach eine unbewegliche Diſtanz — alſo die gleiche für Leſen wie für Schreiben — bevorzugt, und zwar die Null-Diſtanz.

b) Die Höhe der ſchrägen Sitzplatte über dem Sitzbrett oder die „Differenz“. Die Differenz ſoll ſo beſchaffen ſein, daß der Schreibende weder die Schultern beim Schreiben zu heben, noch den Kopf oder die Arme zu ſenken braucht. Im allgemeinen empfiehlt ſich als Höhe der Tiſchplatte über dem Sitz die Entfernung des Sitzknorrens von der Ellbogenſpitze bei ſenkrecht herabhängendem Oberarme.

5. Um die Rückenmuskulatur zeitweilig ordentlich ausruhen und entlaſten zu können, iſt eine richtig geformte Rückenlehne an der Sitzbank, die auch das Kreuz und die Lendengegend ſtützen muß, am zweckmäßigſten. Eine ſenkrechte Rückenlehne, welche lediglich die Schulterblattgegend, allenfalls auch bei feſtem Gegenſtemmen das Kreuz, nicht aber die untere Bruſt- und die Lendenwirbelſäule ſtützt, iſt ungenügend. Eine bloße Kreuz- oder Kreuzlendenlehne iſt ſolcher noch vorzuziehen. —

Nicht minder wichtig als die Gestaltung von Sitzbank und Tisch sind für eine gute Schreibhaltung die Lage des Schreibheftes und vielleicht auch die Richtung der Schrift.

Was die Heftlage betrifft, so soll das Schreibheft jedenfalls vor der Körpermitte und nicht rechts seitlich liegen. Bei schräger Schriftrichtung soll auch das Heft entsprechend schräge gerichtet sein, bei Steilschrift dagegen gerade.

Steilschrift.

Die Steilschrift, bis zum Beginn des 18. Jahrhunderts die allgemeine Schriftart, und auch heute noch vereinzelt in Anwendung, hat neuerdings sowohl im Interesse einer guten geraden Schreibhaltung, wie namentlich zur Schonung der Augen, wieder eifrige Befürworter gefunden. Sie ist demgemäß auch in einer Anzahl von Schulen probeweise zur Einführung gelangt. Die Frage, ob die Steilschrift unbedingt der Schrägschrift vorzuziehen sei, ist zur Zeit noch eine offene. —

Um gerade Haltung des Kopfes beim Schreiben zu erzwingen, sind eine Reihe besonderer Vorrichtungen, namentlich für den Arbeitstisch im Hause in Gebrauch.

Schreibstützen.

Am einfachsten ist die verstellbare „Schreibstütze“ von Soennecken, die das Kinn stützt; ferner ist zu nennen der querovale, mit Kautschuk überzogene Eisenring von Kollmann (s. o. Fig. 76) oder der ähnlich gebaute Stirnrahmen von Staffel. Dagegen ist die Brille von Müller in Basel, bei welcher jede Senkung des Kopfes sich dadurch rächt, daß eine schwarze Klappe vor die Augen fällt, wohl als eine Quälerei zu betrachten. — .

Indes die beste Schulbank taugt nichts, wenn zu anhaltend und zu viel in ihr gesessen wird, wenn die Rückenmuskeln des Kindes übermüden und unfähig werden, gerade Haltung der Wirbelsäule zu wahren.

In radikaler Weise hat O. H. Jäger, der verdienstvolle Schöpfer der „Neuen (württembergischen) Turnschule“ die Gewöhnung der Jugend an die „Steharbeit“, d. h. den Ersatz der Sitzbank in der Schule durch ein Stehpult gefordert. Diese Forderung geht viel zu weit. Ihre Durchführung würde ganz allgemein bei unserer Jugend Plattfüßigkeit, X-Beine, Blutstauungen in den Beinen und damit Blutadererweiterungen (Krampfadern) u. s. w. zur Folge haben.

Steharbeit.

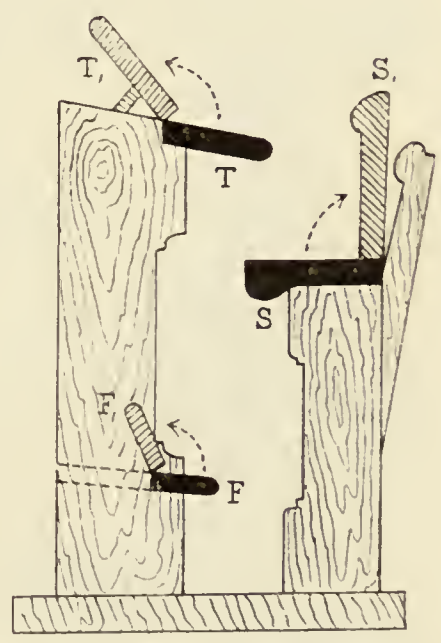


Fig. 91. Steh- und Sitzpult nach A. Hermann. T Tisch; S Sitzplatte; F Fußbank. Die Stellung derselben beim Sitzen ist schwarz, die beim Stehen schraffiert.

Eine Abwechslung zwischen Sitz- und Steharbeit beim Unterricht ermöglicht das vom Turninspektor Hermann in Braunschweig 1882 angegebene und neuerdings verbesserte Arbeitssteh- und Sitzpult (Fig. 91).

Unter allen Umständen sollte es der Lehrer oder die Lehrerin nicht versäumen, zur Entspannung der Rückenmuskeln nicht nur, sondern auch zur Erhaltung frischen und geweckten Wesens während der Schulstunden die Schüler oder Schülerinnen häufiger eine Weile aus dem Sitz sich in den Stand erheben zu lassen. Ebenso empfiehlt es sich, zur Anregung des Blutumlaufs — die Beeinträchtigung von Atmung und Herzarbeit bei anhaltendem Sitzen wird später noch erörtert werden — die Kinder beim Stehen ab und zu einige Freiübungen (z. B. Aufwärts- und Vorwärtsstoßen der Arme, Unterarmschlagen, Armkreisen, Rumpfdrehen und -beugen) machen zu lassen. Zu verwerfen ist dagegen die mehrfach empfohlene Vornahme von Atemübungen in der verdorbenen schlechten Schulluft. Auch nenne man derartige Vornahmen nicht gleich „Turnen in der Schulbank“, und wecke so die Vorstellung, als ob hier eine Art von Ersatz für eigentliches Turnen geboten werden könne. —

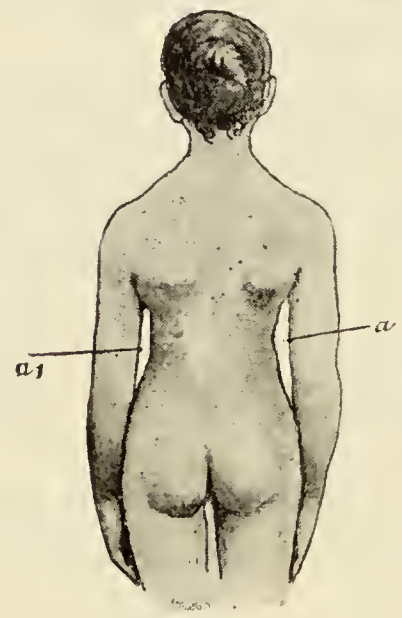
Belastung durch Schulmappen.

Unter die vorbeugenden Maßregeln gehört endlich auch die Verhinderung einseitiger Belastung auf dem Schulwege durch das Tragen schwerer Schultaschen — ganz unglaublich schwere Schulmappen schleppen oft die Mädchen höherer Töchterschulen, namentlich wenn zu den Schulstunden auch noch Musikstunden hinzukommen — und in Riemen geschnallte Stöße von Büchern. Hier ist unbedingt der Gebrauch von Rückentornistern zu fördern. Doch dürfen auch diese nicht allzustark bepackt werden.

Bekämpfung vorhandener Rückgratsverkrümmung.

B) Bekämpfung bereits vorhandener Rückgratsverkrümmung.

Was die Bekämpfung der Verbildung betrifft, so ist dieselbe um so leichter und aussichtsvoller, in je früherem Stadium der Erkrankung eingegriffen wird. Dazu ist es nötig, daß die Verbildung möglichst in ihrem ersten Beginn erkannt wird. Lehrer und Turnlehrer oder Lehrerinnen sollten hierfür ein geschärftes und geschultes Auge haben, um imstande zu sein, die Eltern des betreffenden Kindes frühzeitig auf die entstehende Verkrümmung aufmerksam zu machen (Fig. 92, vergl. dazu Fig. 63).



Erste Anzeichen beginnender Rückgratsverkrümmung.

Fig. 92. Beginnende Rückgratsverkrümmung. a a_1, die beiden (ungleichen) Taillendreiecke.

Das erste auffällige Zeichen bei Betrachtung des entkleideten Rückens ist gewöhnlich die „hohe Schulter". Das Schulterblatt derjenigen Seite, nach welcher hin sich die Verbiegung im Brustteil der Wirbelsäule richtet, tritt stärker nach hinten vor. Namentlich stark markieren sich der innere Rand und die Spitze des betreffenden Schulterblattes. Dasselbe steht außerdem von der durch die Reihe der Dornfortsätze der Wirbelsäule gehenden Linie (bei sehr mageren Kindern ist dieselbe ohne weiteres sichtbar, andernfalls ist sie durch Überfahren mit der Fingerspitze, welches für einige Minuten eine gerötete Linie auf der Haut zurückläßt, leicht kenntlich zu machen) etwas weiter entfernt als das Schulterblatt der anderen Seite.

Weiterhin treten Ungleichheiten in den Seitenkonturen des Rumpfes auf. Handelt es sich z. B. um eine beginnende Verkrümmung im Brustteil nach rechts (der sich dann Gegenkrümmung im Lendenteil nach links später anschließt), so vertieft sich die Einbiegung der Flanke oder der Taille auf der rechten Seite, und die rechte Hüfte tritt mehr vor. Am besten lassen sich diese Ungleichheiten erkennen durch genauen Vergleich der beiderseitigen „Taillendreiecke", d. h. der freien Räume, die beiderseitig von dem inneren Rand der genau gleichmäßig herabhängenden Arme und dem Seitenrand des Rumpfes gebildet werden. Im gedachten Falle wird das linke Taillendreieck kleiner, flacher und mehr in die Länge gezogen erscheinen als das rechte, bei welchem die angeführte Einbiegung der Taille sich bemerkbar macht.

Geht die Verkrümmung weiter, so verschiebt sich fernerhin der ganze Rumpf gegenüber dem Becken nach rechts, so daß dann der zwanglos herabhängende rechte Arm nicht mehr den Oberschenkel berührt, sondern frei in der Luft pendelt. Das rechte Taillendreieck ist dann nicht mehr geschlossen, sondern nach unten offen; es ist dann aber auch nicht mehr die rechte, sondern die linke Hüfte, welche vortritt.

Bevor aber die Verbiegung diesen Grad erreichte, war dieselbe aber auch schon direkt erkennbar, sei es durch bloßen Anblick, sei es durch Abtasten der Reihe der Dornfortsätze. Im ersten Beginn, wo die hohe Schulter und die Ungleichheit der Taillendreiecke die ersten sicheren Zeichen boten, brauchte das noch nicht der Fall zu sein: Die Wirbelsäule schien für das Auge oder den tastenden Finger noch gerade zu sein. —

Turnerische Maßnahmen bei leichten Fällen.

Bei leichten beginnenden Fällen führt ein geregeltes Turnen, welches vor allem auf die Kräftigung der Rückenmuskulatur gerichtet ist, verbunden mit Hebung des Ernährungszustandes durch entsprechende Kost und möglichst ausgedehntem Aufenthalt und Bewegung in freier Luft oft noch allein zum Ziele. Natürlich muß dabei nicht nur versucht werden, nach Möglichkeit alle fehlerhaften Gewohnheiten und deren Veranlassung zu beseitigen, sondern das betreffende Kind muß zu Beginn solchen geregelten Gesundheitsturnens sich eine Zeit lang von jeder Sitzarbeit in der Schulbank oder am häuslichen Arbeitstisch enthalten.

Die geeignetsten einschlägigen Übungen sind oben schon als zur Bekämpfung des runden Rückens der Jugend wirksam angegeben, also: Straffgang; langsamer Schritt; Frei-, Hantel- und Stabübungen; Gleichgewichtsübungen; Hangübungen am Gerät; Tragen eines Gegenstandes auf dem Kopfe u. dergl.

Ohne solche geregelte und mindestens zweimal täglich vorzunehmende Übungen ist auch hier das Tragen von Geradhaltern von fragwürdigem Werte. —

Weiterhin sind nun noch besondere Übungen zur Wiederkräftigung der an der konkaven Seite der Krümmung belegenen Rückenmuskeln, welche durch Nichtgebrauch zu verkümmern drohen, von Nutzen. Hier treten neben einseitigen Rumpfübungen, einseitigem Tiefatmen u. dergl. besonders bestimmte Widerstandsübungen der schwedischen Gymnastik in ihr Recht. Diese besonderen Maßnahmen vorzuschreiben ist aber nicht mehr Sache des Turnlehrers.

Unterstützt wird solche Einwirkung auf die Rückenmuskeln nur einer Seite durch die Anwendung des schiefen Sitzes (Unterschieben eines Buches oder eines Kissens unter die der Krümmung im Brustteil entgegengesetzte Gesäßseite, oder stellbares schiefes Sitzbrett). Indem z. B. bei Rechtskrümmung die linke Gesäßseite erhöht wird, erhält die Wirbelsäule eine Richtung nach rechts und muß sich nach links hin umbiegen, d. h. genau entgegengesetzt der bestehenden Krümmung. Es ist damit ein Geradrichten bezweckt in demselben Sinne, wie man einen verbogenen elastischen Stab durch entgegengesetzte Biegung wieder gerade richtet (Fig. 93).

Fig. 93. Schiefer Sitz. Die punktierte Linie zeigt die Form der verkrümmten Wirbelsäule.

Ist die Krümmung so weit fortgeschritten (II. Stufe), daß das Kind auch beim besten Wollen die Krümmung nicht mehr ausgleichen kann, daß selbst (III. Stufe) im Streckhang infolge von Veränderungen der Wirbelknochen und -bänder eine Geradstreckung der Wirbelsäule nicht mehr erfolgt, dann ist nur noch eine fachmännisch geleitete orthopädische Behandlung am Platz. Eine reiche Anzahl sinnreich erdachter Apparate dient dazu, die erkrankte Wirbelsäule beweglich zu machen durch Zug und Druck, sie zu strecken, und endlich die gestreckte Wirbelsäule in der richtigen Haltung zu fixieren. —

Ganz allgemein sei an dieser Stelle Turnlehrern und Turnlehrerinnen der Rat erteilt, bei erkannter Rückgratsverkrümmung nicht selbständig deren Verbesserung unter Anwendung der bekannten Übungsvorschriften zu übernehmen, sondern jedenfalls auf vorherige ärztliche Untersuchung und Anweisung zu dringen. Einige glücklich gelungene Heilungen dürfen da nicht täuschen, denn nicht immer sind die Ursachen klar zu Tage tretend; bisweilen ist die Verkrümmung nur ein Anzeichen schwererer Erkrankung; oft genug bleibt auch bei anscheinend ganz leichten Fällen die turnerische Einwirkung ohne Erfolg. Da gebietet schon die Klugheit, daß man die Verantwortung unter allen Umständen dem Fachmann überläßt.

Der Brustkorb.

Der Brustkorb.

§ 37. Brustbein und Rippen. (Fig. 94.)

Der Brustkorb wird gebildet aus dem Brustteil der Wirbelsäule, den Rippen und dem Brustbein.

Brustbein. Das Brustbein ist ein langer platter Knochen mit sehr dünner Rinde, daher sehr elastisch. Es besteht beim Erwachsenen aus drei miteinander verwachsenen Stücken, die gemäß der Ähnlichkeit des Ganzen mit der Form eines antiken kurzen Schwertes als Handgriff, Körper (Klinge) und Schwertfortsatz bezeichnet werden.

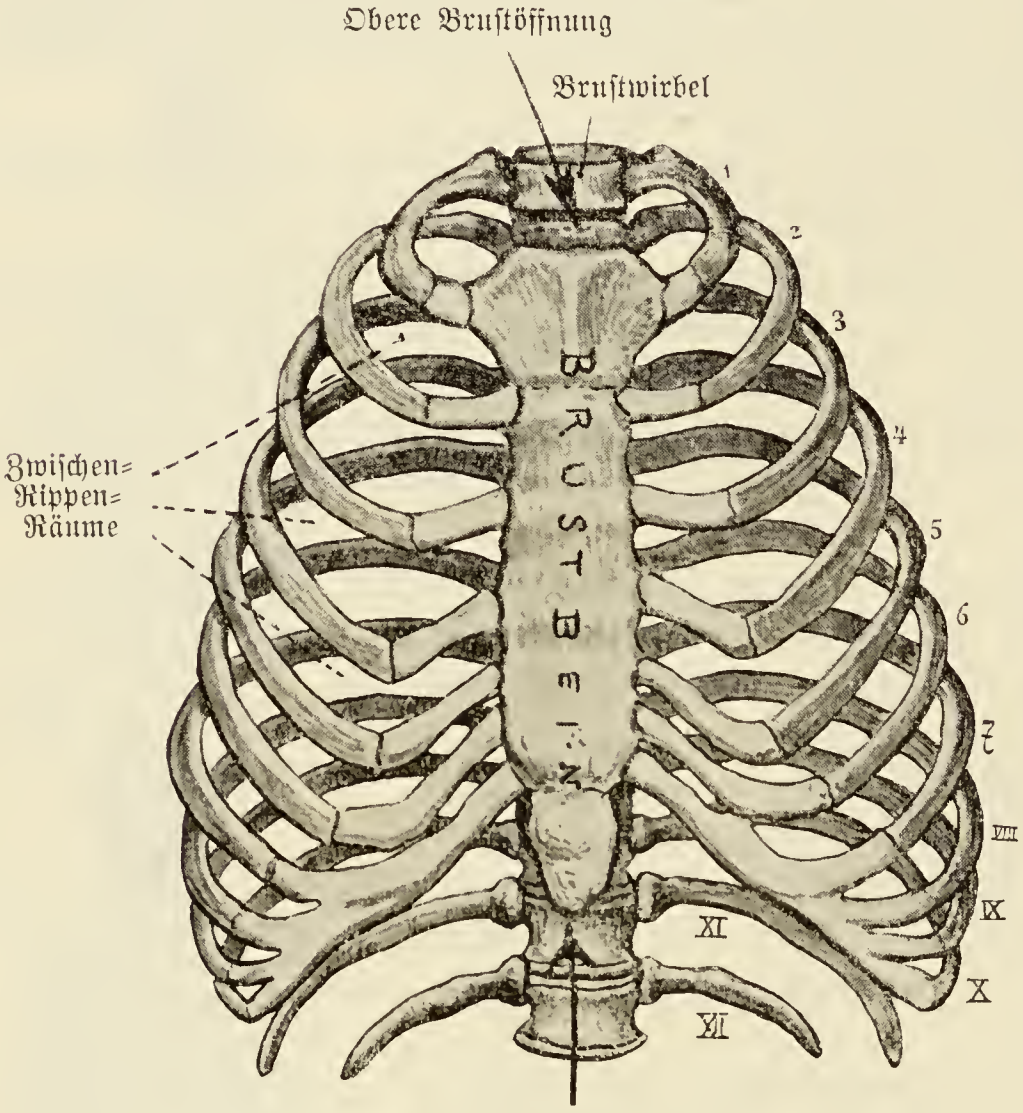


Fig. 94 Der Brustkorb.

Rippen. Die Rippen sind zwölf Paar reifenartige Knochen; bogenförmig gekrümmt und sehr elastisch (federnd). Eine jede Rippe liegt auf horizontaler Unterlage nicht ganz auf: Die Rippen sind keine Kreisabschnitte, sondern Teilstücke einer Spirale; sie zeigen sowohl eine Flächenkrümmung wie ein Faßreifen, als sie auch um ihre eigene Achse gedreht sind.

Die sieben oberen Rippenpaare heißen wahre Rippen, und gehen mit ihren Knorpeln unmittelbar an das Brustbein; von den fünf unteren Paaren oder falschen Rippen stehen die drei oberen jede mit dem darüber liegenden Knorpel in Verbindung, während die 11. und 12. Rippe frei enden (freie Rippen).

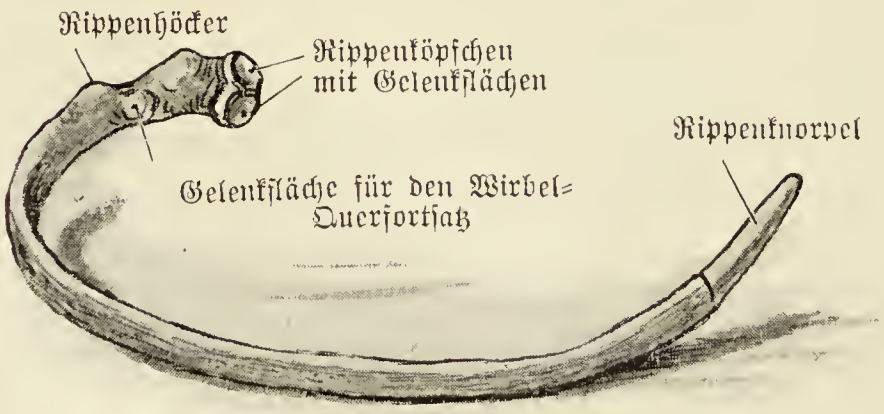


Fig. 95. Eine Rippe.

Die Rippen sind ungleich lang. Am längsten sind sie vom 6. bis 9. Rippenpaar; von da ab nehmen sie nach unten wie oben stetig an Länge ab. Die Krümmung nach der Kante ist bei der ersten Rippe am meisten ausgesprochen.

An jeder Rippe unterscheiden

wir: 1. als hinteres Ende das Köpfchen, zur Verbindung mit dem Wirbelkörper; das Köpfchen sitzt auf einem dünneren Teil des Knochens, dem Rippenhals; an der Stelle, wo die Rippe sich auf den Querfortsatz des Wirbels anstützt und durch Bänder an demselben befestigt wird, befindet sich das Rippenhöckerchen; 2. die Rippenspange, deren Umbiegungsteil als Winkel bezeichnet wird; 3. das Knorpelstück (Fig. 95).

§ 38. Gelenke des Brustkorbs.

Gelenke des Brustkorbs.

Jede Rippe ist — mit Ausnahme der 11. und 12. freien Rippen, die nur an die zugehörigen Brustwirbel anstoßen — mit zwei wenig beweglichen Gelenken an die Wirbelsäule angeheftet: 1. dem Gelenk zwischen Rippenköpfchen und Wirbelkörper; 2. dem Gelenk zwischen Rippenhöcker und Querfortsatz (s. o. Fig. 36).

Was die Verbindung mit dem Brustbein betrifft, so ist das Knorpelstück der 1. Rippe gewöhnlich mit dem Handgriff des Brustbeins direkt verwachsen; die Knorpelstücke der 2. bis 7. Rippe sind durch straffe Gelenke mit dem Brustbein verbunden, dabei reicht die 5. Rippe schon an das Ende des Brustbeins, und die direkte Verbindung mit dem Brustbein wird für die 5., 6. und 7. Rippe nur dadurch möglich, daß ihre Knorpelstücke sich winklig nach oben umbiegen.

An den Knorpel der 7. Rippe und weiterhin jedesmal an den Knorpel der überliegenden Rippe schließen sich dann die Knorpelstücke der 8. bis 10. Rippe und bilden so die Rippenbögen, welche den Schwertfortsatz des Brustbeins zwischen sich nehmend, nach der Körpermitte zu winklig zusammentreten. Die Rippenbögen sind am Rumpf gut fühlbar, bei mageren Körpern auch deutlich sichtbar. Durch das Einsinken der Bauchwand in dem Winkel der Rippenbögen entsteht hier die sogenannte Herz- oder (richtiger) Magengrube.

§ 39. Der Brustkorb als Ganzes.

Brustkorb als Ganzes.

Der knöcherne Brustkorb stellt sich dar als ein faß- oder korbartiges Gerüst. Die Zwischenräume zwischen den knöchernen Sparren dieses Gerüstes sind durch Muskeln und Häute ausgefüllt, so daß das Ganze als rundum geschlossener „Brustkasten" die Brusthöhle umschließt. Wir unterscheiden vordere, hintere und seitliche Brustwand. Die hintere Brustwand — im übrigen breit gestaltet, so daß der Mensch, im Gegensatz zu allen Tieren, auf dem Rücken liegend, schlafen kann — ist durch die Wirbelkörper scharf eingebogen. Auf dem horizontalen Durchschnitt ist daher die Gestalt der Brusthöhle eine bohnenförmige (Fig. 96).

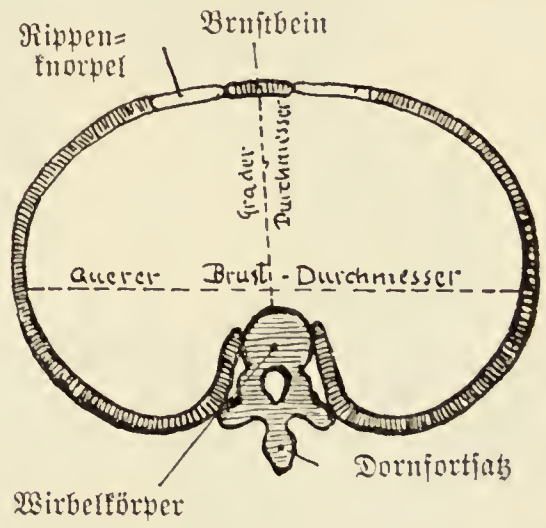


Fig. 96. Schematischer Durchschnitt des Brustkorbs.

Wird eine senkrechte Ebene durch die Seitenwände des Brustkorbs gelegt, so hat dieselbe die Gestalt eines Trapezes mit konvexen Seitenlinien.

Die Brusthöhle ist oben und unten offen und am Skelett durch die Zwischenrippenräume von außen zugänglich. Legt man durch die obere und die untere Öffnung eine Ebene, so konvergieren dieselben miteinander. Der Grad der Neigung, namentlich der oberen Öffnung ist indeß je nach Gestalt und Entwicklung der Brust verschieden, und hängt vor allem von der Stärke der den Brustkorb haltenden und hebenden Muskeln ab.

Die obere kleinere Brustöffnung wird umgrenzt vom ersten Brustwirbel, ersten Rippenpaar, Handgriff des Brustbeins.

Die untere weitere Brustöffnung wird umgrenzt vom letzten Brustwirbel, letzten Rippenpaar, den Knorpeln aller falschen Rippen, dem Knorpelstück der 7. Rippe und dem Schwertfortsatz des Brustbeins.

Der Brustkorb besitzt eine außerordentliche Elastizität. Eingedrückt schnellt er bei Aufhören des Druckes sofort in seine Lage zurück: eine Eigenschaft, welche mit Erfolg zur künstlichen Atmung (s. d.) benutzt wird. Diese Elastizität ist mit großer Widerstandsfähigkeit verbunden: die Räder eines nicht zu schweren Wagens vermögen schon über einen kräftigen Brustkasten hinwegzugehen, ohne ihn einzubrechen. Daher ist es auch Athleten möglich, mit dem Brustkorb hochgeworfene Kanonenkugeln aufzufangen oder auf einem der Brust aufgesetzten Ambos schmieden zu lassen.

§ 40. Verschiedene Gestaltung der Brust.

Verschiedene Gestaltung der Brust.

Die Form der Brust ist durch die abwechselnde Erweiterung und Verengerung des Brustkorbs bei der Ein- und Ausatmung eine verschiedene, so daß man eine Einatmungs- und eine Ausatmungsstellung unterscheidet.

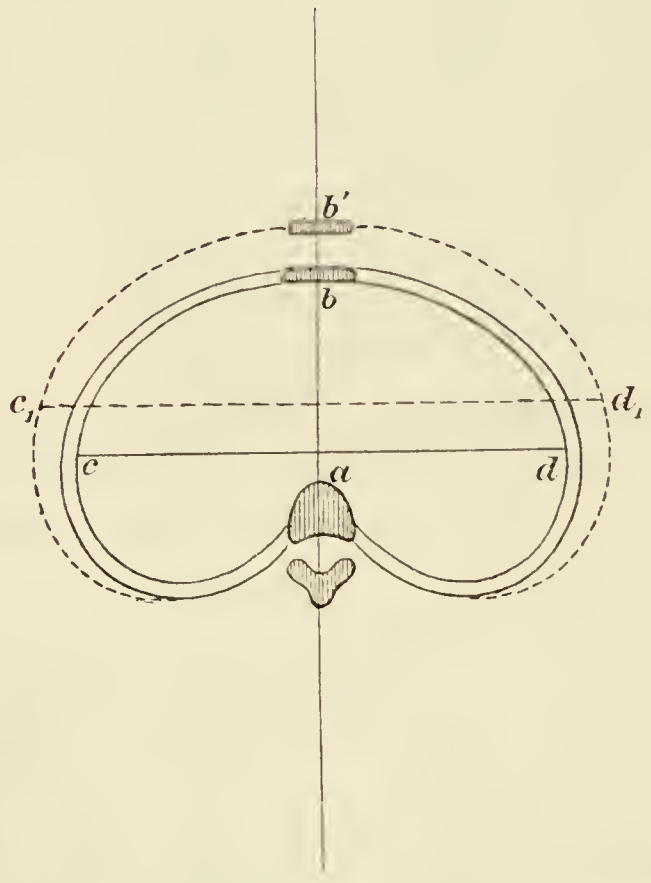


Fig. 97. Erweiterung des Brustkorbs im Querdurchschnitt bei der Atmung. a Wirbelkörper; b Brustbein bei der Aus-, b_1 bei der Einatmung; cd größter Querdurchmesser bei der Aus-, c_1 d_1 bei der Einatmung.

Bei starker Einatmung werden die Rippen erhoben und der horizontalen Stellung genähert. Diese Stellung bewirkt:

1. eine Vergrößerung des queren Durchmessers der Brusthöhle (Fig. 97);

2. eine Vergrößerung des geraden Durchmessers (Richtung von vorn nach hinten), und zwar dadurch, daß die vorderen am Brustbein befestigten Enden der Rippen tiefer stehen als die hinteren Enden. Es wird also das Brustbein bei der Einatmung gehoben und von der Wirbelsäule entfernt;

3. der senkrechte Durchmesser des Brustraums (Richtung oben nach unten) wird durch die Bewegung des Zwerchfells vergrößert, wovon später.

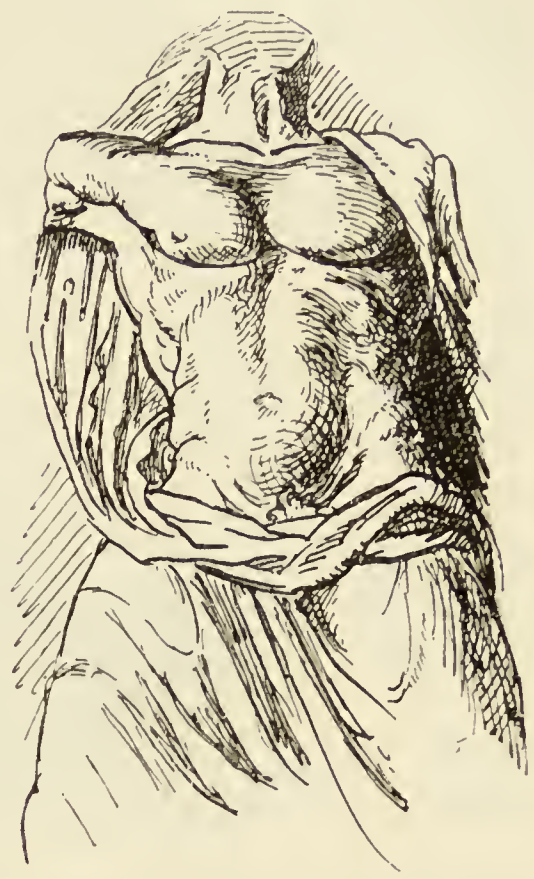
Die stärkstmögliche Erhebung der Rippen mit ihren Folgen nennt man also Einatmungsstellung; umgekehrt ist Ausatmungsstellung diejenige, wobei Rippen in ihre Ausgangs- oder Ruhelage wieder gänzlich zurückgekehrt sind.

Der Form der Einatmungsstellung steht näher die breite, der der Ausatmungsstellung die schmale Brust.

Breite Brust.

A) Die breite Brust. Eine stark vorspringende, volle und hochgewölbte Brust gilt als Zeichen vollendeter Kraft. Die antiken Bildwerke von Göttern und Heroen zeigen herrliche Bildung des Brustkorbes: die machtvolle Brust des Zeus in dem Fries des pergamenischen Altars macht den Donnerer, der Götter und der Menschen Vater kenntlich, obschon der Kopf der Figur nicht mehr vorhanden ist (Fig. 98).

Bei solch kraftvoller Brust ist die Breite im Verhältnis zur Länge besonders ausgesprochen; das Brustbein ist erhaben; die obere Brustöffnung und überhaupt die Rippen sind wenig geneigt, mehr der horizontalen Richtung angenähert; die Rippenbögen gehen in großem stumpfen Winkel auseinander.



Schmale Brust.

Faßförmige Brust.

Fig. 98. Brust des Zeus vom pergamenischen Altar.

B) Die schmale Brust, bei zarten schwächlichen Gestalten häufiger, ist das Gegenteil der vorigen Form. Die Brust ist länger aber schmäler; unter den Schlüsselbeinen ist sie abgeplattet; die Seitenwände sind flach und steil; die Brustbeinfläche ist schmal, oft etwas eingesunken; die obere Brustöffnung sowie auch die Rippen sind stark geneigt, herabhängend; die Rippenbögen vereinen sich zu einem rechten, selbst spitzen Winkel. Die Atemfähigkeit braucht dabei nicht vermindert zu sein, im Gegenteil ist die Ausdehnungsmöglichkeit oft eine recht große.

C) Die faßförmige Brust. Nicht immer ist die unter A beschriebene breite Brust auch der Ausdruck vollendeter Atemkraft. Im Gegenteil: wenn die Brust immer mehr die Form der Einatmungsstellung einnimmt und dauernd behält, so wird der Unterschied zwischen Ein- und Ausatmung und damit die Atemgröße überhaupt für die Brustatmung (die Zwerchfellatmung oder Bauchatmung bleibt hier außer Betracht) immer geringer. Wer die breite und mächtige Brust eines Athleten, welcher mit zentnerschweren Hanteln nur so spielt, genauer bei Ein- und Ausatmung betrachtet, wird bald gewahren, daß diese weiten Brustwände und massigen Brustmuskeln vom Atemgang kaum bewegt werden. Und in der That belehrt uns die Messung mit dem Bandmaß zuweilen, daß die Ausdehnungsfähigkeit der Brust bei solchen Kraftmenschen eine jämmerlich geringe sein kann. So maß Dr. Engel Reimers in Hamburg bei dem Athleten Lutz eine Umfangszunahme der Brust bei tiefster Einatmung von nur 1,75 cm, bei dem verstorbenen Athleten Abs von 2,5 cm, also weit unter dem Mittelmaß liegende Werte. — Dies starre Stehenbleiben des Brustkorbes auf der Einatmungsstellung, sodaß die Atemfähigkeit schwere Beeinträchtigung erfährt, beruht in den meisten Fällen auf einer Erkrankung des Lungengewebes, der Lungenblähung (Emphysem der Lunge). Wir werden später darauf zurückkommen, namentlich auch auf den Zusammenhang, in welchem der physiologische Akt der Anstrengung oder der Pressung, wenn oft wiederholt, mit der Lungenblähung steht.

Lahmer Brustkorb.

Fig. 99. Platter Brustkorb eines Schwindsüchtigen.

D) Ist die faßförmige Brust gewissermaßen ein Erstarren des Brustkastens in angestrengter Einatmungsstellung, so ist umgekehrt der lahme Brustkorb ein Verharren in tiefster Ausatmungsstellung, wobei die Muskulatur der Brust zu schwach ist um die Rippen zu heben. Während bei der faßförmigen Brust die Einatmung behindert ist, weil die Brust nicht zur Ausatmungsstellung zurückkehrt, sondern in Einatmungsstellung stehen bleibt, ist hier die Atemfähigkeit behindert, weil die Muskelkräfte versagen, um die Brust aus der tiefen Ausatmungsstellung, in der sie sich befindet, zur

Einatmungsstellung zu erheben. Beim sogenannten lahmen Brustkorb (Fig. 99) ist die Brust sehr schmal, flach und platt, auf dem Rücken stehen die Schulterblätter flügelförmig ab. Deutlich ausgesprochen und tief sind am Hals die Gruben über dem Schlüsselbein, und an der oberen Brust die Gruben unter dem Schlüsselbein. Die Entfernungen zwischen den einzelnen, wie lahm abwärts hängenden Rippen sind groß, die Zwischenrippenräume breit; deutlich sind am Brustkorb — da es sich fast durchgängig auch um magere, in der Ernährung zurückgebliebene Personen

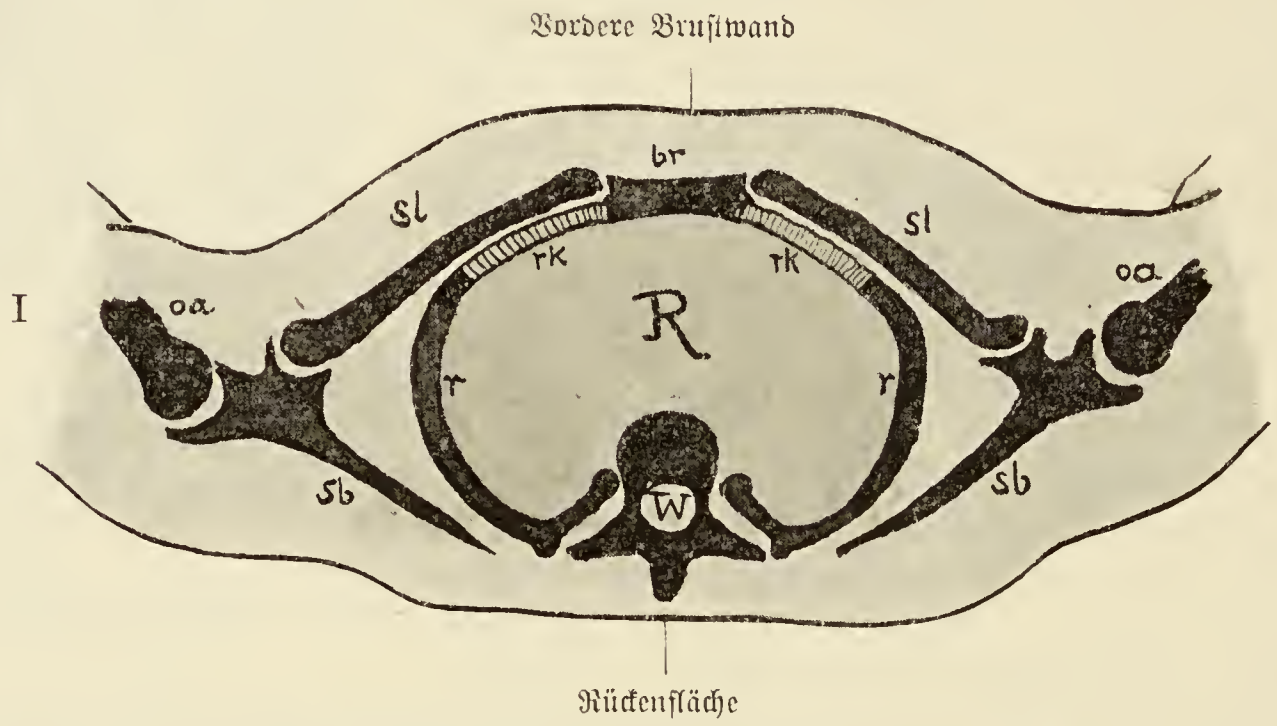


Fig. 100 und 101. Schematischer Horizontaldurchschnitt in der Gegend der oberen Brustöffnung I. beim gesunden, II. beim schwindsüchtigen Brustkorb. — R Lungenraum; br Brustbein; r Rippe; rk Rippenknorpel; W Wirbelloch; sb Schulterblatt; sl Schlüsselbein; oa Oberarmkopf (nach P. Niemeyer).

handelt — die Rippen unter den dünnen verkümmerten Brustmuskeln zu sehen (‚zu zählen'); die obere Brustöffnung, in welcher die Lungenspitzen liegen, ist durch das Herabhängen der ersten Rippe außergewöhnlich enge. (Fig. 100 und 101.)

Diese Brustform, besonders häufig bei Leuten, die an Lungenschwindsucht leiden, ist vielfach verschwistert mit der schlechten Haltung, welche oben als hoher oder runder Rücken der Jugend beschrieben ist.

Es ist dort auch schon darauf hingewiesen, daß gerade hier ein richtig geleitetes Turnen von besonderem Werte ist, um die Muskelkraft und Energie des Willens zu heben. Weil bei lahmem Brustkorb der Einnistung von Tuberkeln in den Lungenspitzen in besonderem Maße Vorschub geleistet wird, ist dabei eine richtig geleitete

Gymnastik der Brust-, Schulter- und Rückenmuskeln, wodurch allein der Brustkorb gehoben und atemtüchtig gemacht werden kann, eines der wirksamsten Hilfsmittel zur Erhaltung von Gesundheit und Leben (s. u. „Atemgymnastik"). —

Anhangsweise seien noch zwei besondere Formen von Verbildung des Brustkorbes hier erwähnt. Diese sind:

Hühnerbrust.

E) Die Hühnerbrust. Die Entstehungsursache ist rhachitische Knochenerkrankung in der Jugend. Bei der Hühnerbrust springt das Brustbein kielförmig vor, während rechts und links davon die ganzen Brustseiten muldenförmig vertieft erscheinen. Die Knorpelstücke der Rippen verbinden sich mit dem Brustbein nicht in einer Ebene, sondern in ausgesprochenen Fällen dieser Verbildung fast in einem rechten Winkel. Da der Rauminhalt der Brusthöhle bei dieser Verbildung — eine Beseitigung derselben ist höchstens in früher Jugend, wenn die Knochen noch weich sind, möglich — verkleinert wird, so besteht oft dabei ein ziemlicher Grad von Kurzatmigkeit. Unter allen Umständen sind die Lungen bei so gestaltetem Brustkorb wenig leistungsfähig, so daß sich hier alle Übungen, welche — wie z. B. die Schnelligkeitsübungen und die meisten Dauerübungen — die Lungenkraft stark in Anspruch nehmen, von selbst verbieten.

Trichterbrust.

F) Die Trichterbrust. Bei derselben ist in der Mitte der vorderen Brustwand bis zur Magengrube hinab eine trichterförmige Einsenkung. Als Ursachen seien Knochenerkrankung und Vererbung genannt.

Während bei der eigentlichen Trichterbrust das Brustbein von der Kehlgrube ab bereits eingesenkt erscheint, bewirken Handwerksgewohnheiten, so z. B. beim Schusterlehrling das Gegenstützen des zu bearbeitenden Stiefels gegen die untere Brustmitte ein ebenfalls trichterförmige, indes weniger umfangreiche Vertiefung, und zwar durch Umknickung oder Einwärtsknickung des schwertförmigen Fortsatzes: Schusterbrust oder Töpferbrust.

Schusterbrust.

§ 41. Der Einfluß der Schnürbrust.

Einfluß der Schnürbrust oder des Korsets.

Der Gebrauch der Schnürbrust ist zwar ein alter und allgemein eingebürgerter, zeugt aber nichts destoweniger nicht nur von verdorbenem Geschmack, sondern ist geradezu wegen der verderblichen Folgen für die Gesundheit ein Vergehen wider die Natur.

In verschiedenen Perioden menschlicher Kulturentwicklung, namentlich in solchen ungesunder Verfeinerung und Überkünstelung, tritt das Bestreben hervor, zu Gunsten falscher ja geschmackloser Schönheitsideale, die natürliche Form und das Ebenmaß des allseitig wohl entwickelten menschlichen Körpers in diesem oder jenem Betracht künstlich zu entstellen und zu verunstalten. Schon im Ausgang des Mittelalters — wenn wir absehen von den raffinierten Toilettekünsten des sinkenden Altertums — wurde in der höfischen Gesellschaft eine möglichste Einengung der Lendengegend, um die Gestalt zierlich und schlank bei breiter Brust erscheinen zu lassen, für schön gefunden. Es waren hier nicht nur die Weiber, sondern mehr noch die vornehme Männerwelt, Ritter und Höflinge, welche zur Erzeugung einer dünnen Wespentaille die Weichen zwischen Brust und Becken möglichst durch Gürtel und Schnürleib zusammenschnürten. Miniaturen und Stiche des 15. Jahrhunderts geben davon genügsam Kunde. Erneutes Aufleben und allgemeinere Verbreitung bei der Frauenwelt erfuhr später das Korset zu dem Zwecke, das Wachstum der Brüste zu verhindern. Diesem Streben verdankten die brettharten geraden Mieder ihr Dasein, die zur Zeit Philipps II. und seiner Nachfolger in Gebrauch waren, und uns auf den Frauenbildnissen jener Zeit, z. B.

des großen Velasquez, so abschreckend entgegentreten. In den Volkstrachten einiger Gegenden am Nordrand der Alpen — namentlich in Oberbayern und Tirol — haben sich diese starren Mieder noch erhalten: thatsächlich mit dem Erfolg, die Brüste zu verkümmern, und die Mütter unfähig zu machen, ihre Kinder selbst zu säugen. Daher grade hier in den bayrischen Alpen die künstliche Ernährung der Säuglinge, an Stelle der natürlichen an der Mutterbrust, die Regel — und dadurch hier auch die größte Kindersterblichkeit von ganz Westeuropa.

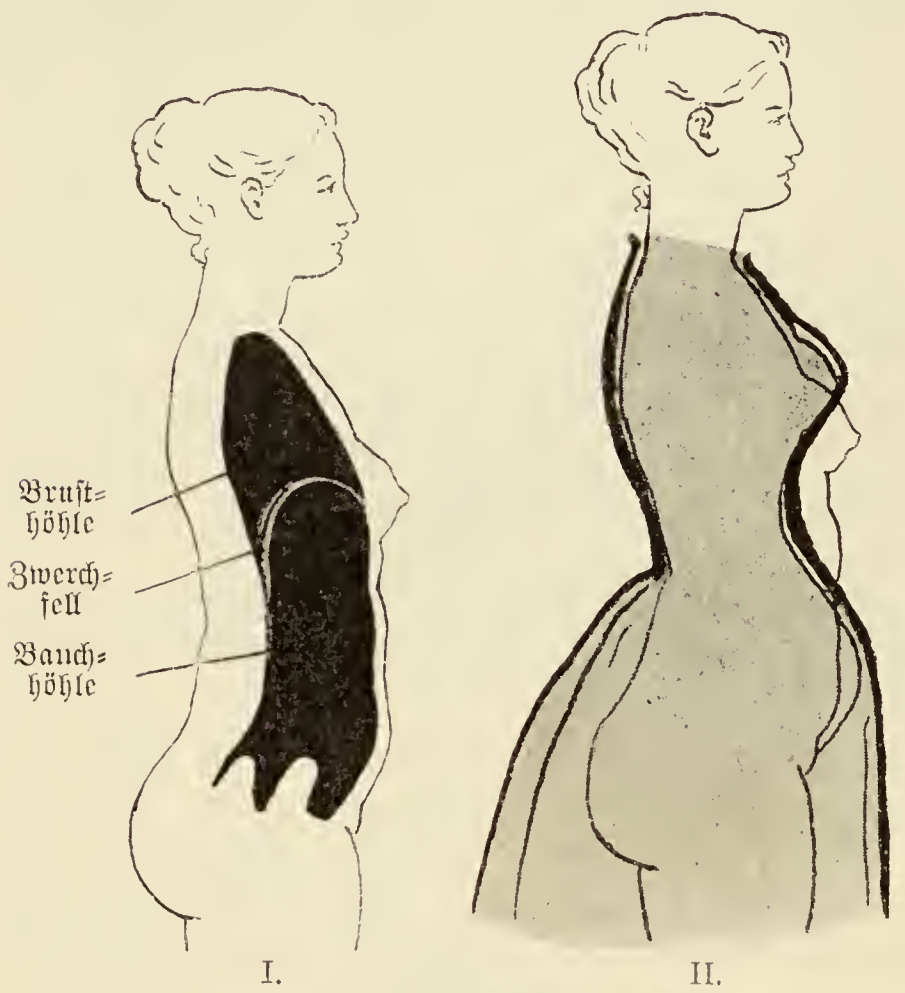


Fig. 102 u. 103. I. Weiblicher Körper ohne Korset. II. Formveränderung durch das Korset. Die ursprüngliche Form im Umriß mit eingetragen (nach Dickinson).

Umgekehrt suchte das Korset des 18. Jahrhunderts — und diese Form ist im wesentlichen dieselbe, welche zur allgemein verbreiteten bei der Frauenwelt des 19. Jahrhunderts geworden ist — den weiblichen Geschlechtscharakter in der Form des Rumpfes besonders her-

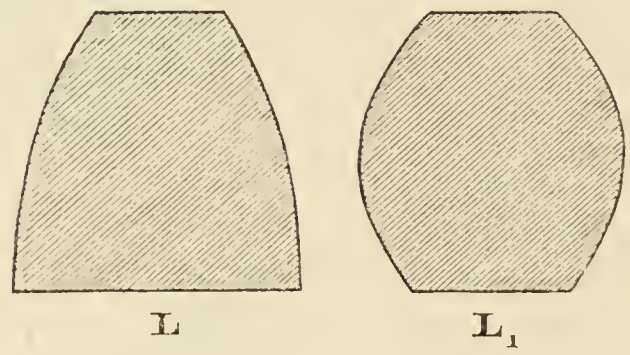


Fig. 104. L Querdurchschnitt der Lunge normal; L_1 Querdurchschnitt der Lunge im Korset.

vorzukehren, überstark zu betonen. Die obere Brustgegend mit den Brüsten wird hoch- und vorgezwängt, mit Emporhebung der Schlüsselbeine und Schultern; die untere Brustgegend zusammengepreßt, der Unterleib wieder stärker hervorgewölbt. Die vordere Umrißlinie des Frauenrumpfes, im Profil gesehen, erhält damit eine übermäßige Betonung in den Hebungen und Senkungen ihres Verlaufs, wird oft geradezu zum Zerrbild des Profils, wie es ein ebenmäßig entwickelter schöner Frauenleib zeigt (102 u. 103).

Zählen wir die nachteiligen Folgen der durch das Korset verursachten Einschnürung auf, so sind die wesentlichsten folgende:

Verbildung des Brustkorbs.

1. Der Brustkorb, auf dem durch seine Seitenwände gelegten senkrechten Durchschnitt trapezförmig, wird durch den Druck der Schnürbrust umgekehrt kegelförmig zu gestalten gesucht. Die Brusteingeweide werden nach oben hinaufgedrängt, die untere Brustöffnung zusammengepreßt und ihre begrenzenden Wände einander genähert (Fig. 104). Infolgedessen verkrüppeln die unteren Rippen, während die oberen — bei frühem Tragen von Korsets — länger werden. Der Brustkorb als Ganzes verlängert sich.

Vorwiegend Brustatmen.

2. Dadurch, daß die unteren Brustpartien zusammengepreßt und durch den festen Ring der Schnürbrust unbeweglich gemacht sind, wird das hier ausgespannte Zwerchfell, unser wichtigster Atemmuskel, entspannt und außer Thätigkeit gesetzt. Somit bleiben nur die oberen Lungenpartien noch atemfähig: die Atmung, für gewöhnlich in den breiteren unteren Lungenabschnitten vor sich gehend (Bauchatmen), wird

infolge des Korsettragens auf die oberen Lungengegenden beschränkt: wird zum Brustatmen.

Man hat die vorwiegende Brustatmung der modernen, von früh an an das Tragen des Korsets gewöhnten Europäerin als etwas dem Weibe von Natur eigentümliches angesprochen und seine Notwendigkeit in der Schwangerschaft begründet sehen wollen, weil wenigstens bei vorgerückter Schwangerschaft durch die Umfangszunahme des Bauchinhalts das Zwerchfell sich nicht mehr ungehindert heben und senken könne.

Brust- und Bauchatmen bei Mann und Weib.

Läßt man die Atembewegungen in Gestalt einer Kurve mittels des Stethographen aufschreiben — ein auf die Brust oder den Bauch aufgesetzter, oben winkelig umgebogener Schreibhebel zeichnet die Bewegungen der Brust oder des Bauches auf eine horizontal gleichmäßig fortbewegte Tafel oder auf eine durch Uhrwerk getriebene

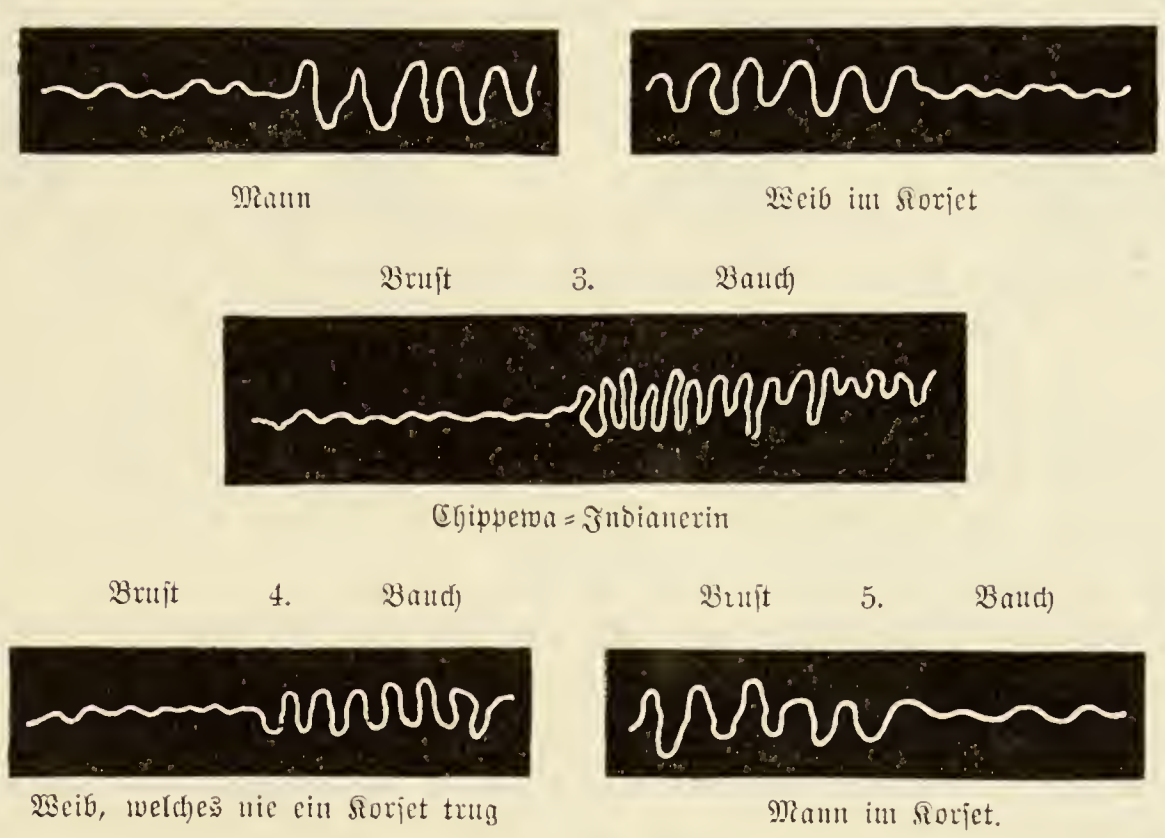


Fig. 105. Kurven der Brust- und Bauchatmung nach Ellis.

umlaufende Walze oder Trommel —, so erhält man für den Mann beistehende Kurven (Fig. 105, 1).

Wie man sieht, atmet die Brust nur flach bei der gewöhnlichen Atmung im Ruhezustand, während der Bauch bei jeder Einatmung stark sich vorwölbt (Erhebung der Kurve), bei der Ausatmung wieder einsinkt. Umgekehrt sind die Kurven, wenn man Brust- und Bauchatmung bei einem Weib mit Korset prüft (Fig. 105, 2).

Hier ist es also die Brust, welche bei der Atmung starke Hebungen und Senkungen aufzeichnen macht, während die Bewegungen der Bauchhaut nur wenig angedeutet sind.

Prüft man aber die Atmung in gleicher Weise bei einem weißen Weib, welches noch nie ein Korset trug, oder einer Indianerin, die ebenfalls nie ein Korset gekannt, so erhält man die Bilder Fig. 105, 3 und 4, also dieselbe Kurve wie beim Mann. Und umgekehrt, wenn man einen Mann in ein Korset schnürt, zeigt sich eine ähnliche Atemform wie beim Weib im Korset — nämlich vorwiegend Brustatmen (Fig. 105, 5).

Daraus geht also hervor, daß die vorwiegende Brustatmung beim Weibe nur ein Ergebnis der unnatürlichen Einschnürung durch das Korset ist und keine Ge-

schlechtseigentümlichkeit darstellt. Denn das Weib, welches nie ein Korset getragen, noch — was im Endergebnis auf dasselbe hinauslaufen würde — in anderer Weise, etwa durch einen starren Gürtel zur Befestigung der Röcke, die Taille stets eng zusammengepreßt trägt, zeigt genau so gut vorwiegende Bauchatmung in der Ruhe wie der Mann; während umgekehrt bei letzterem, sobald er sich in ähnlicher Weise wie unsere Weiber schnürt, der künstliche weibliche Atemtypus mit vorwiegender Brustatmung eintritt.

Für gewöhnlich, d. h. bei ruhigem Verhalten, wird beim Manne wie beim ungeschnürten Weibe die Atmung in den unteren Lungenabschnitten erwirkt, durch die Zwerchfellatmung, die sich eben in der Atembewegung des Bauches ausdrückt. Sobald aber stärkere Ansprüche an die Lungenatmung gestellt werden und der Atemumfang bis zum mehrfachen gesteigert werden muß, dann wird auch hier die Brustatmung mit herangezogen. Letztere dient also gewissermaßen zur Reserve für außerordentliche Fälle. Solche Reserve fehlt aber beim festgeschnürten Weibe: daher denn die Korsetträgerin bei jeder größeren Anstrengung, bei schnellem Laufen, Treppensteigen, Tanzen usw. leicht außer Atem gerät, und nicht so schnell ein ruhiges müheloses Atmen wiedererlangt.

Verkleinerung der Atemfläche überhaupt.

3. Aber nicht nur, daß stärkeren außergewöhnlichen Anforderungen an die Atmung infolge der Lahmlegung der unteren Lungenpartien durch das Korset schwerer entsprochen werden kann: nein auch die gewöhnliche Atmung bleibt eine ungenügende, da die Zusammenpressung der unteren Hälfte des Brustkorbes das Lungenvolum, und damit die Atemfläche, verkleinert. Die Folge davon ist: verminderter Gasaustausch bei der Atmung, unzureichende Sauerstoffzufuhr zum Blute und damit Verkümmerung der wichtigsten Formbestandteile des Blutes, nämlich der roten Blutkörperchen; mit anderen Worten: Bleichsucht.

Bleichsucht.

Blutarmut und Bleichsucht, die beim weiblichen Geschlecht so ungemein häufig geworden sind (Axel Key fand bei den von ihm untersuchten höheren Mädchenschulen, daß schon im 13. Lebensjahr 39,7 Prozent aller Schülerinnen bleichsüchtig waren; vom 16. Lebensjahr ab hielt sich die Ziffer auf 40,2 Prozent und darüber), werden in ihrer Entstehung durch das Tragen von Korsets zweifellos begünstigt.

Schnürfurche der Leber.

4. Der unmittelbare Druck des Korsets auf die seitlichen Brustwände drückt die Rippenbögen fest gegen die Unterleibsorgane ein. Hier ist es vorab die Leber, welche solch schädlichem Drucke unterliegt und eine Einfurchung ihrer Oberfläche, die sogenannte, dem Verlauf des rechten Rippenbogens entsprechende Schnürfurche zeigt.

Verschiebung des Magens.

5. Noch unheilvoller äußert sich aber diese Einschnürung der Rumpfmitte auf die Lage des Magens. Brust- und Bauchraum bilden im Rumpfe einen länglichen, in der Querrichtung ziemlich gleich weiten Hohlraum, der nur durch das verhältnismäßig dünne Zwerchfell in zwei Abschnitte geschieden wird. Dieser Hohlraum als Ganzes erhält in der Mitte infolge der Schnürung eine starke Verengerung und damit eine an die Form einer Sanduhr erinnernde Gestalt. Nun liegt aber gerade an der Stelle der Verengerung der Magen, und wird, da er nicht genügend Platz in dem engen Ring findet, nach abwärts gedrückt. Normalerweise ist der Schlauch des Magens quer gelagert. Der Einfluß des zusammenschnürenden Korsets oder fest angezogenen Gürtels zwingt ihn aber immer mehr zu einer senkrecht nach unten gerichteten Stellung, indem der Magenausgang, der Pförtner, nach abwärts sinkt, bis ins Becken hinunter. Ein Heer von Magenbeschwerden und nervösen Krankheitserscheinungen, Beeinträchtigung des Ernährungszustandes und Verarmung des Blutes an roten Blutkörperchen (Bleichsucht) ist die Folge solcher Verlagerung. Es sei übrigens bemerkt, daß auch ohne

Leibgürtel.

Korset die Befestigung der oft zahlreichen und schweren Röcke an einem einschnürenden festen Rockbund, daß das Tragen eines fest angezogenen Riemens oder Gürtels quer um den Leib beim Weibe sowohl wie beim Manne ähnliche Wirkungen hervorruft (Fig. 106 u. 107).

Gesteigert wird diese Zusammenpressung der Rumpfhöhle in ihrer Mitte bei vornübergebeugtem Sitzen (Fig. 108 u. 109), so bei der Arbeiterin, die feinere Hand-

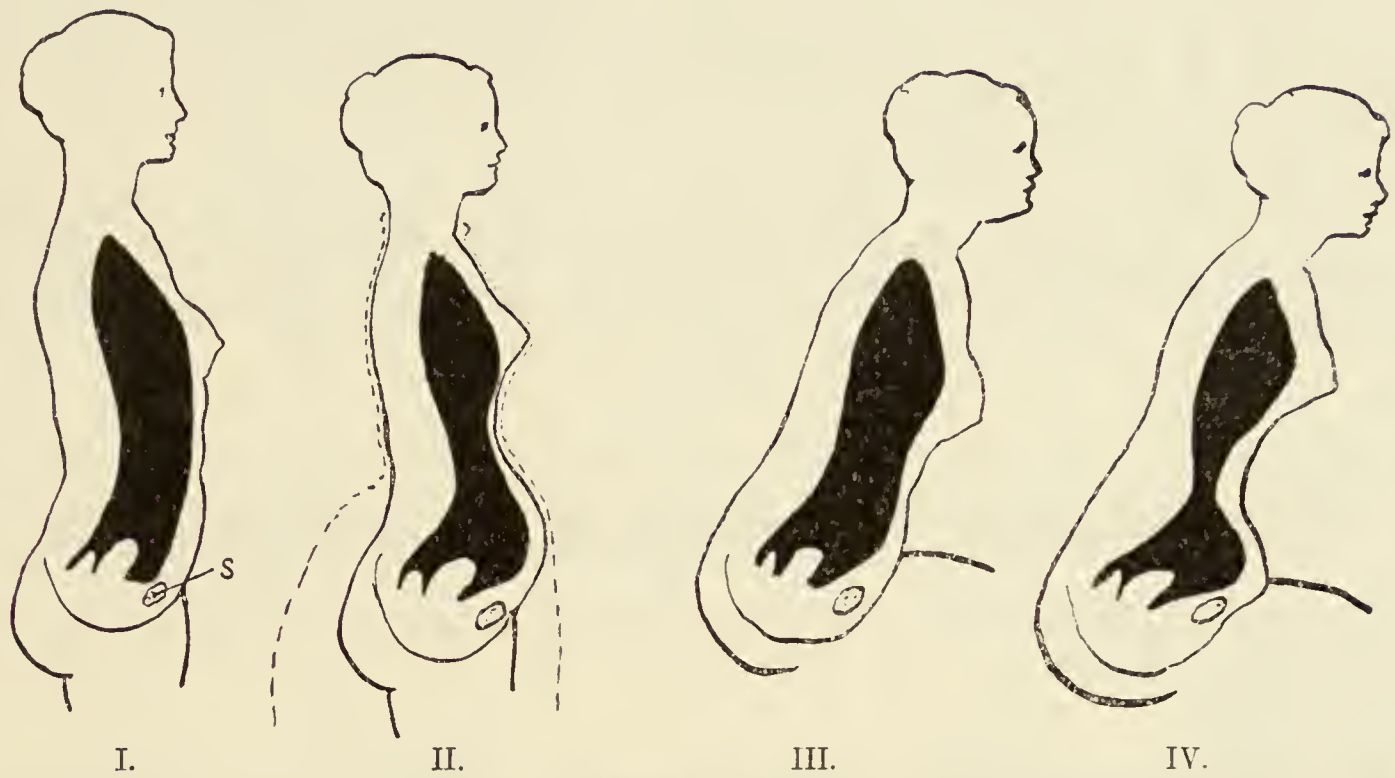


Fig. 106—109. Gestaltung der Leibeshöhle I. im Stehen ohne, II. mit Korset; III. im Sitzen ohne, IV. mit Korset. Man sieht bei II. und IV. die Einschnürung der Leibeshöhle in der Magengegend (nach Dickinson).

arbeit fertigt; bei der armen Näherin, die tagelang an der Nähmaschine sitzt, und dem wohlhabenderen Fräulein, das in schlechter Haltung regelmäßig auf dem Rad spazieren fährt. Beim Turnen, Spielen, Rudern, Radfahren usw. ist das Tragen zusammenpressender Gürtel (schon Jahn verbot den Gebrauch des „Schmachtriemens") ebenso zu verbieten, wie das Korset für Mädchen.

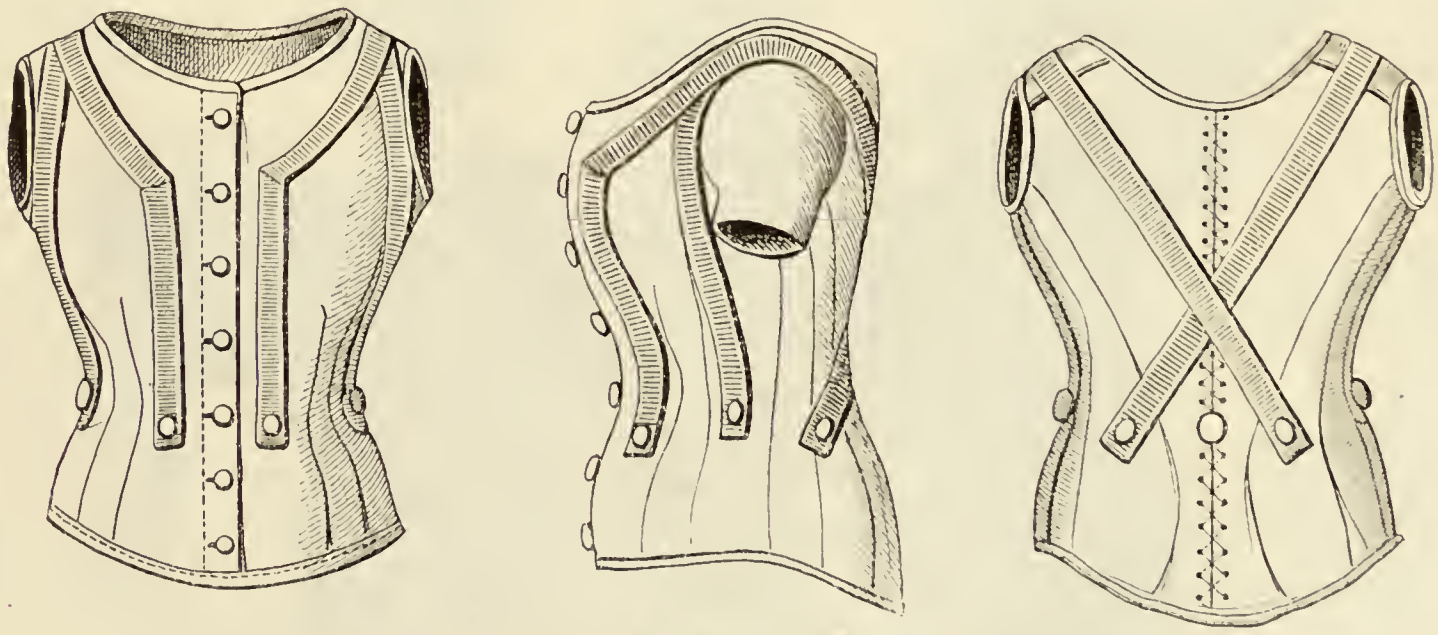


Fig. 110. Leibchen als Ersatz für das Korset nach Meynert.

Ersatz des Korsets.

Als Ersatz für das Korset ist bei heranwachsenden Mädchen ein Leibchen zu empfehlen (Meynert hat u. a. ein solches angegeben), mit stärkeren aufgehefteten Bändern, an welche die Röcke angeknöpft werden. Die Bänder sind so angebracht, daß die Last der Röcke und Unterhose sich möglichst auf Rücken und Schultern verteilt (Fig. 110).

Für kleinere Mädchen (Schulkinder) thun Traggurte zum Anknöpfen der Röcke dieselben Dienste (Fig. 111).

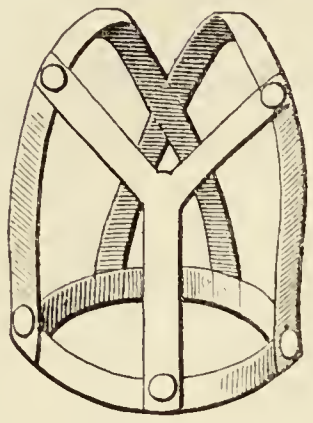


Fig. 111. Traggürtel zum Anknöpfen der Röcke für kleine Mädchen.

Einigermaßen Spielraum für die Atmung der unteren Lungenabschnitte gewähren Korsets mit seitlichen breiten Gummieinlagen.

Ob unsere Frauenwelt in absehbarer Zeit sich noch zu einer allgemein durchgeführten gesundheitsmäßigen Reform der Kleidung aufraffen und dem Bann der Allherrscherin Mode in diesem Punkt entziehen wird, steht dahin. Bisher haben auch die eindringlichsten Belehrungen und die eifrigsten Reformversuche nur winzigen Erfolg aufzuweisen.

Auf dem Turnboden, auf dem Spielplatz, wie auf der Radfahrbahn ist jedenfalls solche gesundheitswidrige Kleidung, die den Nutzen des Turnens und der Bewegung geradezu aufheben und in ihr Gegenteil verkehren würde, zu verbieten.

Knochen und Gelenke der Gliedmaßen.

Die Knochen und Gelenke der Gliedmaßen.

Die oberen Gliedmaßen zergliedern sich in Schultergerüst, Oberarm, Vorder- oder Unterarm und Hand.

§ 42. Schultergerüst (Fig. 112).

Schultergerüst.

Das Schultergerüst oder der Schultergürtel besteht jederseits aus dem Schlüsselbein und dem Schulterblatt. Der Gürtel ist nach vorn, wo die Schlüsselbeine mit der Handhabe des Brustbeins verbunden sind, geschlossen,

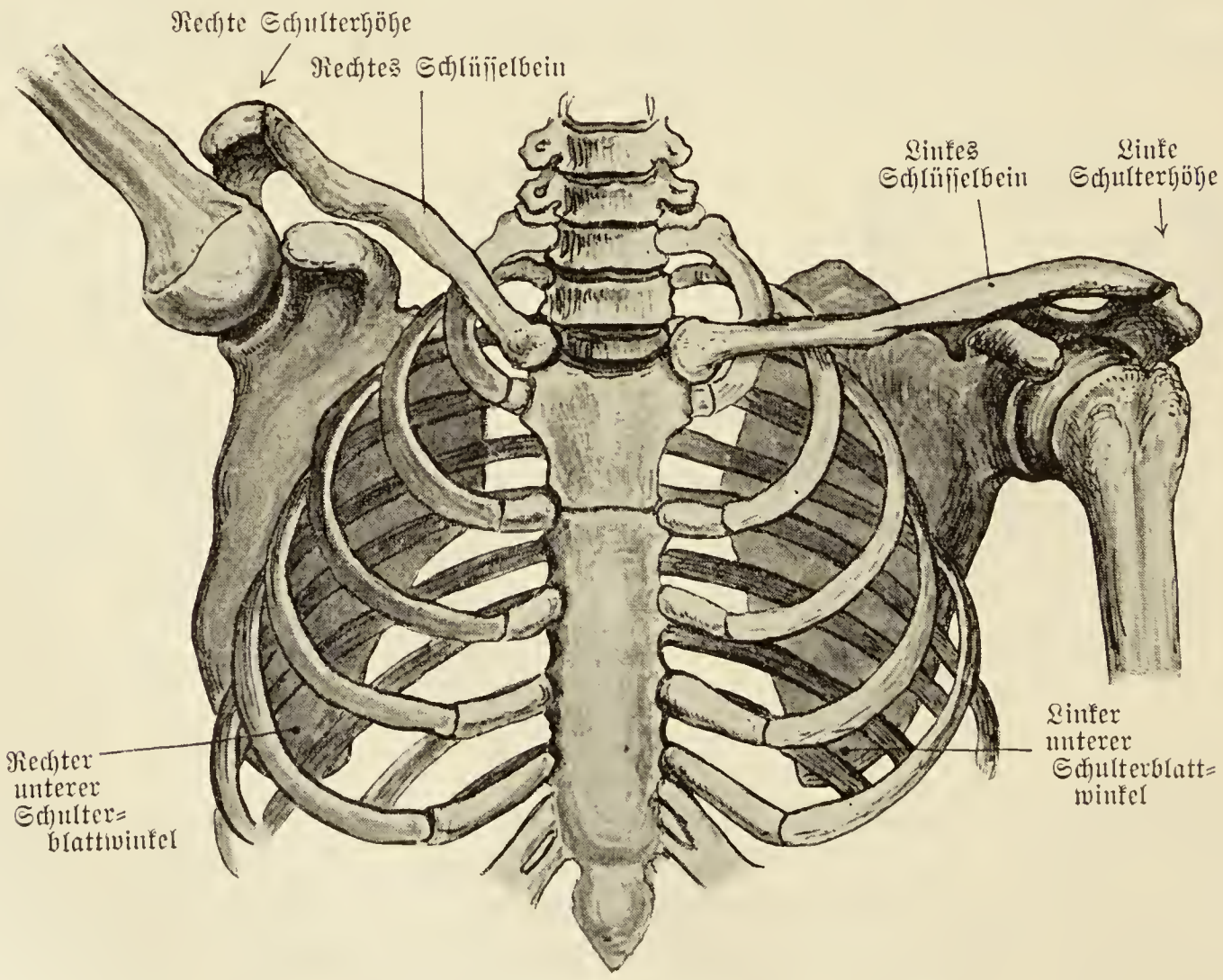


Fig. 112. Schultergürtel (bei hochgehobenem rechten Arm).

nach hinten aber offen, da sich die Schulterblätter nicht berühren. Den oberen Gliedmaßen ist hierdurch eine besondere Beweglichkeit gegenüber den unteren Gliedmaßen eigen, denn der Beckengürtel ist ringsum geschlossen. Insbesondere ist das Schulterblatt einer großen Beweglichkeit fähig, indem es sowohl nach verschiedenen Richtungen verschoben, als auch um seine Winkel gedreht zu werden vermag.

Das Schlüsselbein bildet die Verbindung der oberen Gliedmaßen mit den Knochen des Rumpfes oder Stammes; es ist der Strebepfeiler des Schultergelenks. Das Schlüsselbein ist ein mäßig S-förmig gekrümmter Röhrenknochen. Das innere dicke oder Brustende stützt sich auf das Brustbein, und ist mit diesem, d. h. dem halbmondförmigen Ausschnitt der Handhabe, beiderseits durch ein Sattelgelenk verbunden. Das äußere oder Schulterende ist breiter und dünner, und verbindet sich mittels eines straffen Gelenkes mit der Grätenecke des Schulterblatts zur Schulterhöhe, welche das Schultergelenk zwischen Oberarm und Schulterblatt überdacht. Schlüsselbein.

Bei Menschen, die viele und starke Muskelarbeit mit den Armen verrichten, verdickt sich das Brustbeinende in besonderem Grade, und tritt, die Krümmung des Knochens vermehrend, stark vor. Bei zarteren Frauen ist die Biegung weniger ausgesprochen, und dadurch der Übergang vom Hals zur Brust ein sanfterer.

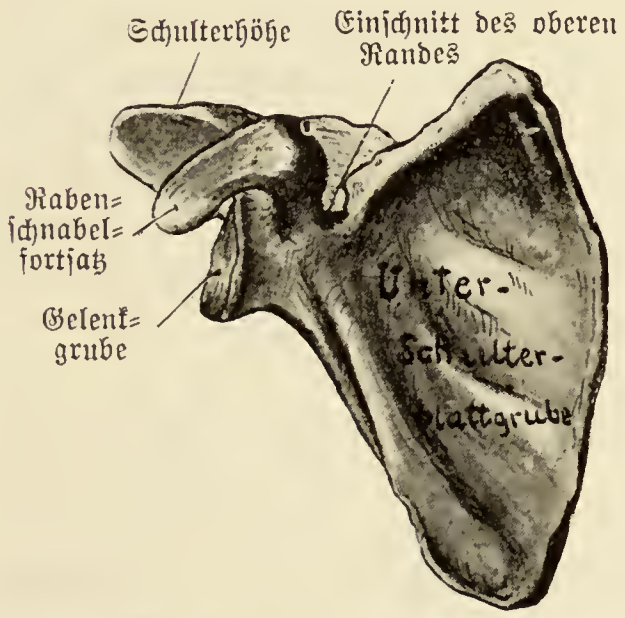


Fig. 113. Schulterblatt. Vorderansicht.

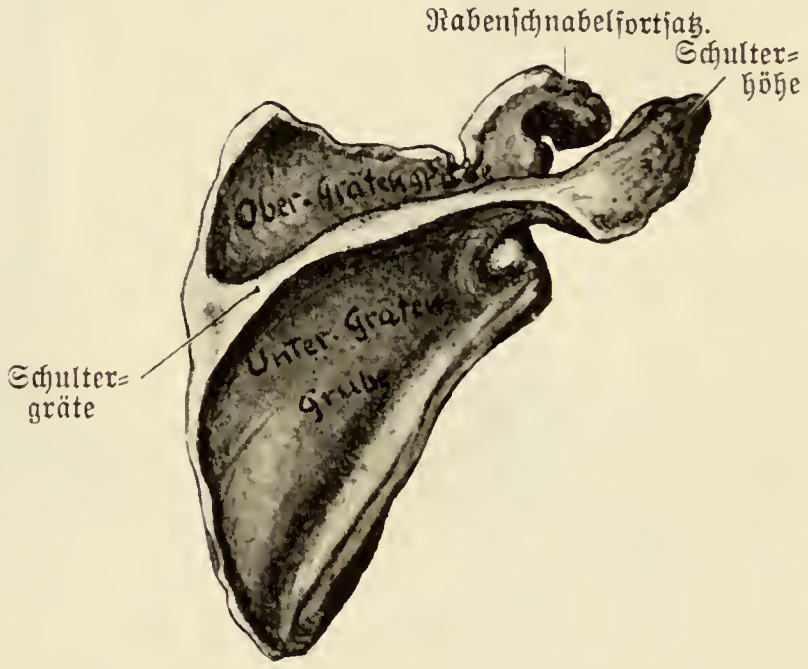


Fig. 114. Schulterblatt. Hinteransicht.

Als alleiniger Vermittler der Verbindung zwischen den Knochen des Stammes und denen der oberen Gliedmaßen ist das Schlüsselbein sehr beweglich, weshalb Brüche desselben nicht so leicht in tadellos genauer Richtung heilen.

Das Schulterblatt ist ein flacher, stellenweise sehr dünner dreieckiger Knochen, der wie ein Schild auf dem Brustkorb liegt. Es reicht von der zweiten bis zur achten Rippe. Man unterscheidet am Schulterblatt eine vordere und eine hintere Fläche, drei Ränder, drei Winkel und zwei Fortsätze (Fig. 113 u. 114). Schulterblatt.

Die vordere, dem Brustkorb aufliegende Fläche ist leicht ausgehöhlt zur Unterschulterblattgrube. Die hintere Fläche wird durch ein vorragendes Knochenriff, die Schultergräte, in zwei Gruben geteilt: die obere kleinere oder Obergrätengrube, und die untere größere oder Untergrätengrube. Von den drei Rändern ist der innere Rand der längste und scharf; der äußere kürzer und dicker; der obere konkav gekrümmt und zeigt am äußeren Ende einen tiefen Einschnitt.

Der untere Schulterblattwinkel ist abgerundet; der obere innere spitzig ausgezogen; der obere äußere aufgetrieben, massiv, mit senkrecht gestellter ovaler Gelenkgrube für das Schultergelenk. Dieser Gelenkteil ist durch eine Furche, den Hals, abgegrenzt.

Die Schultergräte verlängert sich zur Grätenecke oder Schulterhöhe, mit kleiner Gelenkfläche zur straffen Verbindung mit dem Schlüsselbein.

Zwischen der Gelenkfläche für das Schultergelenk und dem Einschnitt des oberen Randes entspringt ein dicker Fortsatz, der Rabenschnabelfortsatz. Derselbe überwölbt das Schultergelenk, und kreuzt sich mit dem Schlüsselbein, nach vorn und außen sich gleich einem halbgebogenen Finger krümmend. Der Rabenschnabelfortsatz ist Ursprungspunkt für wichtige Oberarmmuskeln (kurzer Kopf des 2köpfigen Armmuskels und Rabenarmmuskel).

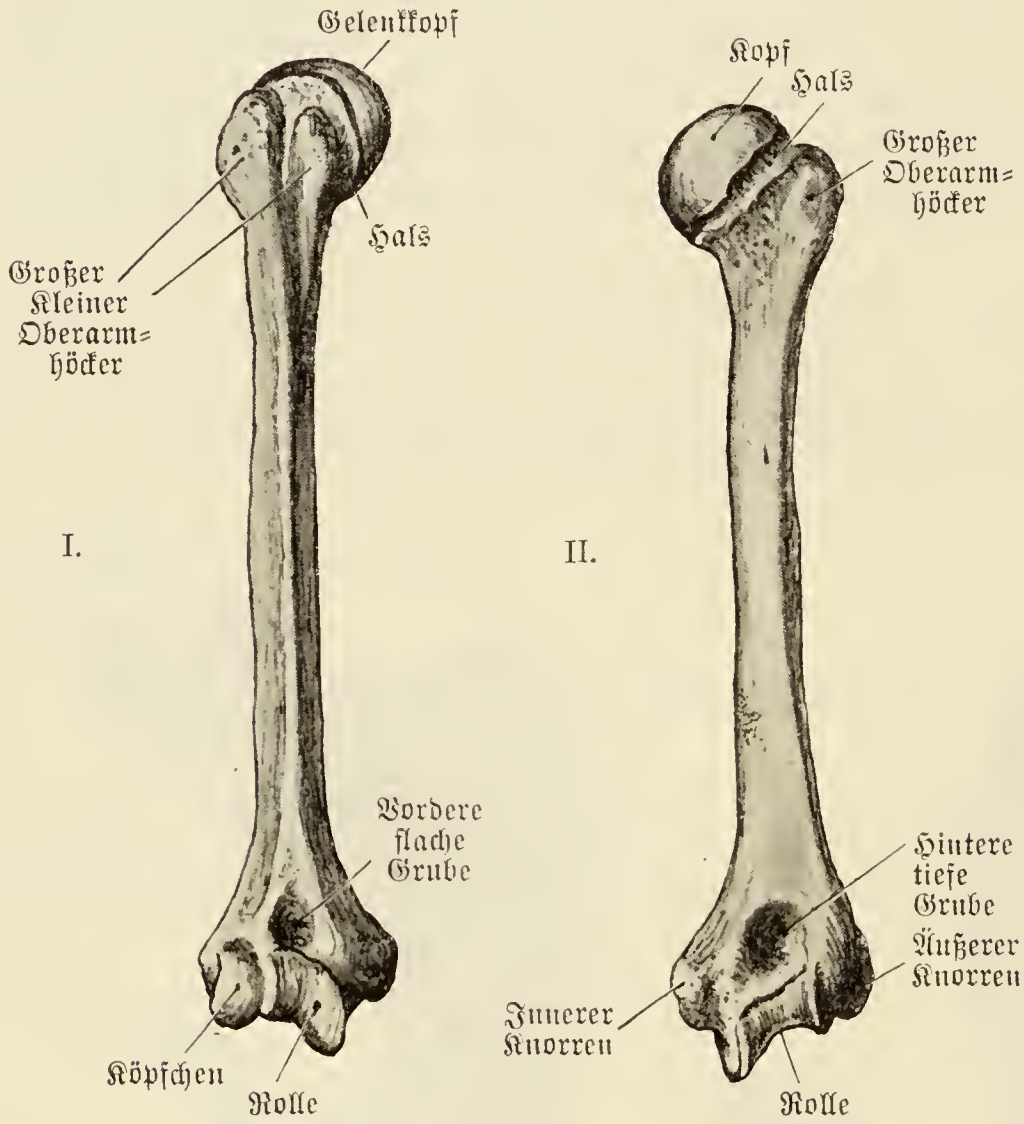


Fig. 115 u. 116. Oberarmknochen. I. Vorder-, II. Hinteransicht.

Das Oberarmbein besteht aus Mittelstück und zwei Endstücken. Das obere Ende, der kugelige überknorpelte Gelenkkopf für das Schultergelenk, heißt der Kopf des Oberarms, einer Einschnürung, dem Hals, aufsitzend (Fig. 115 und 116).

Nach vorn und außen befinden sich unterhalb des Kopfes zwei Höcker: der kleinere nach vorn, der größere nach außen stehend; sie setzen sich in zwei rauhe Leisten zum Muskelansatz fort. Zwischen beiden Höckern eine Furche für die lange Ursprungssehne des zweiköpfigen Armmuskels.

Das untere Ellbogenende ist flacher, und endet in den walzenförmigen Gelenkkopf, welcher in zwei Teile zerfällt:

a) Die Rolle, ein querer, tief gefurchter Cylinder, der von dem großen Halbmondausschnitt der Elle im Ellbogengelenk umfaßt wird; darüber eine vordere flache und hintere tiefe Grube: in erstere greift bei stärkster Neigung im Ellbogengelenk der Kronenfortsatz der Elle ein, in letztere bei stärkster Streckung der Hakenfortsatz der Elle (s. o. Fig. 10).

b) Das kugelige Köpfchen zur Verbindung mit der Speiche.

Seitlich befinden sich zwei Knorren: ein äußerer kleinerer, die Ursprungsstelle für die Streckmuskeln, ein innerer größerer, die Ursprungsstelle der Beugemuskeln des Unterarms.

Zwischen dem inneren Knorren und der Rolle ist eine Furche zur Aufnahme des Ellbogennerven.

§ 43. Das Schultergelenk.

Schultergelenk.

Es ist das beweglichste Gelenk des Körpers, da dem großen runden Oberarmkopf nur eine flache Gelenkgrube am Schulterblatt entspricht, und die Gelenkkapsel weit und schlaff ist. Durchbohrt wird letztere von der Sehne des langen Kopfes des zweiköpfigen Armmuskels, welche in der Gelenkhöhle selbst vom oberen Rand der Schultergelenkfläche des Schulterblatts entspringt.

Mechanismus des Hochhebens der Arme.

Der Oberarm ist allseitig im Schultergelenk beweglich, nur die Bewegung nach aufwärts ist dadurch beschränkt, daß bei seitlich wagerecht ausgestrecktem Arm der äußere größere Oberarmhöcker an das Schultergewölbe — welches von der Grätenecke des Schulterblatts und dem Schulterende des Schlüsselbeins gebildet wird — anstößt. Die Hebung des Arms aus der Seithebhalte zur Hochhebhalte vollzieht sich weiterhin dann nicht mehr im Schultergelenk, sondern im Gelenk zwischen Brustbein und Schlüsselbein, so daß die ganze Schulter sich mithebt. Und zwar ist die Hebung der Schulter, oder vielmehr der Schulterhöhe soweit möglich, daß die Schulterhöhe, im mittleren Ruhestand in einer Horizontalen etwa mit dem zweiten Brustwirbel liegend, höher als der untere Kinnrand steht. Dabei dreht sich das Schlüsselbein aus seiner gewöhnlichen horizontalen Lage nach auf- und zugleich nach rückwärts, und zwar um einen Winkel von etwa 50^0 (Fig. 112). Eine von seinem Schulterende gefällte Senkrechte würde durch die Achselhöhle gehen. Das Schulterende markiert sich deutlich durch eine Einsenkung am Schlüsselbeinursprung des Deltamuskels, der hier mit seinem Muskelfleisch in einem starken Wulst beginnt.

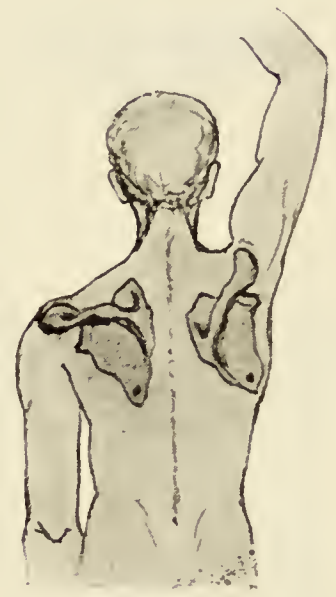


Fig. 117. Drehung des Schulterblatts bei Hochheben des Armes.

Dieser Bewegung des Schlüsselbeins oder vielmehr der Schulterhöhe folgt nun auch das Schulterblatt, und zwar dreht sich dasselbe um eine senkrecht durch seinen oberen äußeren Winkel am Gräteneck gehende Achse in der Weise, daß die Grätenecke nach oben geht, der innere obere Winkel sich senkt, und der untere Winkel sich von der Wirbelsäule weit entfernend, nach außen in die Achselhöhle begiebt (Fig. 117). Bei Figuren mit möglichst senkrecht hochgehobenem Arm springt deshalb der untere Winkel des Schulterblatts im Seitenkontour des von vorn gesehenen Rumpfes unterhalb der Achselhöhle stark vor — so bei Darstellungen des Gekreuzigten mit parallel nach oben angehefteten Armen. — Der Muskel, welcher die Hebung der Schulter als ganzes, sowie zum Teil auch die Drehung des Schulterblattes bewirkt, ist der Trapez- oder Kappenmuskel (s. d.).

Heben und Senken der Schulter.

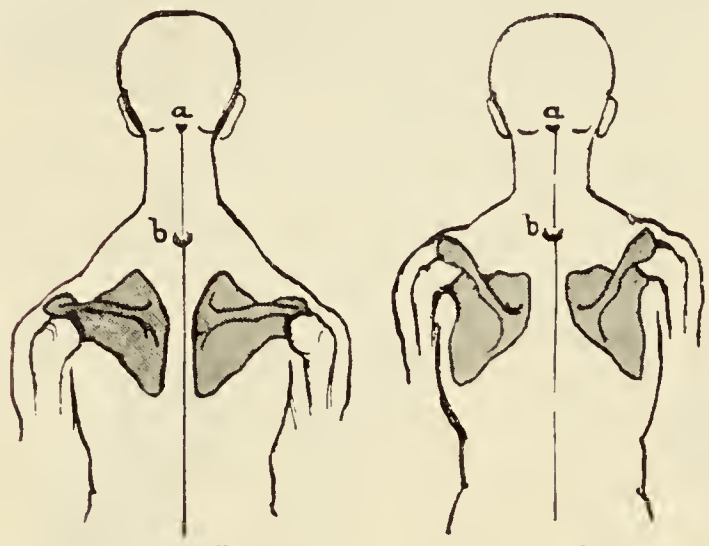
In ähnlicher, wenn auch nicht so stark ausgesprochener Weise ändert sich die Stellung der Schulterblätter bei jeder Hebung und Senkung der Schultern überhaupt.

Sind die Schultern gesenkt, so steht der innere Rand der Schulterblätter senkrecht abwärts, parallel der Wirbelsäule; sind die Schultern gehoben, so steht der äußere Schulterblattrand senkrecht, und der innere hat die Richtung von oben innen nach unten außen.

Die gewohnheitsmäßige Mittellage der Schultern ist individuell sehr verschieden. Bei zarten, muskelschwachen und energielosen Individuen läßt die geringe Spannung und Schwäche der die Schultern haltenden und hebenden Muskeln die Schultern herabhängen: „niedere" Schultern. Umgekehrt bei kräftigen Menschen, mit starker Spannung der Nackenmuskeln, sind die Schultern hochgezogen: „hohe" Schultern.

Sind solche besonders stark ausgesprochen, so braucht man schon die Bezeichnung: „der Kopf steckt zwischen den Schultern (Fig. 118 und 119).

Im ersteren Falle — bei herabhängenden Schultern — erscheint der Hals lang, im letzteren kurz, wenn auch die Halswirbelsäule selbst in beiden Fällen gleich lang ist. Die großen Unterschiede, welche bei kurz- und langhalsigen Personen hinsichtlich der Form des Halses bestehen, sind also nicht bedingt durch Verschiedenheiten in der absoluten Länge der Halswirbelsäule, sondern durch die Art, wie die Schultern getragen werden.



I. II.

Fig. 118 u. 119. I. Herabhängende Schultern und langer Hals. II. Hochstehende Schultern und kurzer Hals. a Hinterhauptstachel; b Dornfortsatz des 7. Halswirbels. a b Länge der Halswirbelsäule.

Verschiedene Länge des Oberarms bei Heben und Senken.

Ein kurzer gedrungener Hals besteht also bei kräftiger Hals- und Schultermuskulatur, sowie bei Hochstand des Brustkastens. Bei faßförmiger Brust (s. o.) ist dann gedrungener Hals oft mit Kurzatmigkeit verbunden. Bei langem Hals — Schwanenhals — ist die Hals- und Schultermuskulatur stets schwächlich und schlaff.

Noch auf eins sei aufmerksam gemacht. Der Umstand, daß das Schultergelenk seinen Drehpunkt nicht unmittelbar an der Schulterhöhe hat, sondern unterhalb derselben, während die Armlänge oder vielmehr die Länge des Oberarms gewöhnlich von der Schulterhöhe bis zum Ellbogen gemessen wird, bewirkt, daß bei solcher Messung der wagerecht erhobene Oberarm um ein Achtel seiner Länge kürzer erscheint, als der herabhängende Oberarm. Beim herabhängenden Arm wird der Abstand der Schulterhöhe vom Gelenkkopf der eigentlichen Armlänge hinzugerechnet (L. da Vinci).

§ 44. Der Vorderarm.

Der Vorderarm.

Zwei Knochen bilden die feste Unterlage des Vorderarms:

Die Elle und die Speiche, erstere an der Kleinfingerseite gelegen, die Speiche an der Daumenseite (Fig. 120).

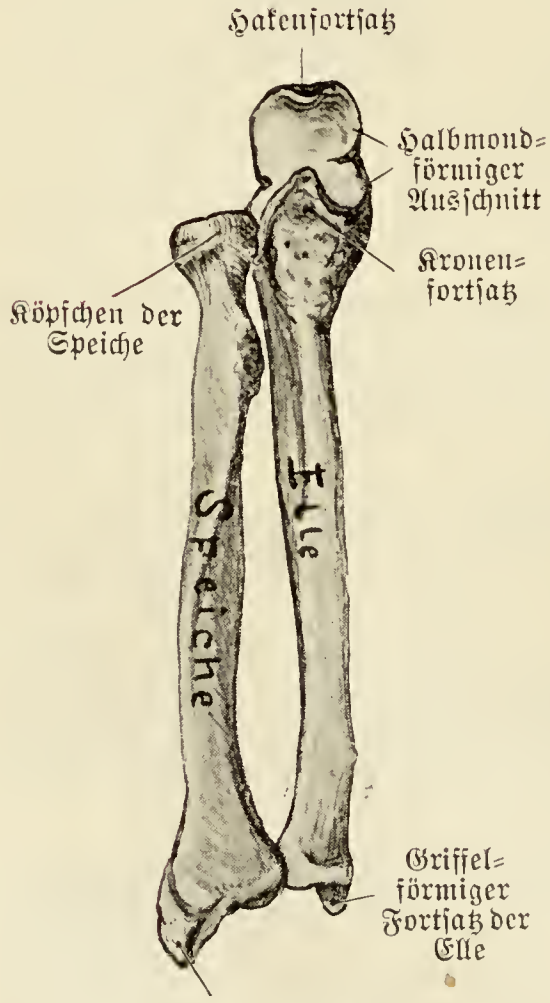


Fig. 120.

A) Die Elle. Das obere Ende der Elle ist dicker als das untere und hat einen tiefen halbmondförmigen Ausschnitt zur Umfassung der Rolle des Oberarms. Die obere dicke und rauhe Ecke des Ausschnittes ist der Hakenfortsatz (Olecranon), welcher in die hintere Grube über der Rolle eingreift, und die Spitze des Ellbogens bildet; die untere, stumpf zugespitzte Ecke ist der Kronenfortsatz, welcher in die vordere Grube über der Elle eingreift. Seitlich am Kronenfortsatz ist eine halbmondförmige Vertiefung für das Köpfchen der Speiche. Unter dem Kronenfortsatz bezeichnet eine rauhe Stelle den Ansatz des inneren Oberarmbeugers. —

Das Mittelstück ist dreikantig: die schärfste Kante ist der Speiche zugewendet.

Das untere dünne Ende bildet das Köpfchen mit einer Gelenkfläche zur Verbindung mit der Hand-

wurzel; am hinteren Umfang des Köpfchens der griffelförmige Fortsatz der Elle.

B) Die Speiche. Die Speiche ist oben dünn und unten breit: also umgekehrt wie die Elle. Speiche.

Das obere Ende zeigt das runde Köpfchen mit flach ausgehöhlter Gelenkgrube; darunter ein rauher Höcker: Ansatzstelle des zweiköpfigen Armbeugers.

Das dreieckige Mittelstück wendet seine schärfste Kante der Elle zu.

Am unteren dickeren Ende eine größere Gelenkfläche zur Verbindung des Vorderarms mit der Handwurzel, und ein seitlicher Ausschnitt, in welchen sich das Köpfchen der Elle legt. An der vorderen Seite der kurze griffelförmige Fortsatz der Speiche.

Unterschiede von Elle und Speiche.

Elle:	Speiche:
oben dick;	unten dick;
Köpfchen am unteren Ende;	Köpfchen am oberen Ende;
liegt im halbmondförmigen Ausschnitt der Speiche;	liegt im halbmondförmigen Ausschnitt der Elle; —
ragt um die Höhe des Hakenfortsatzes weiter nach oben als die Speiche;	ragt mit ihrem unteren Ende weiter nach unten als die Elle;
vermittelt die feste Verbindung mit dem Oberarm.	geht die Hauptverbindung mit dem größten Knochen der ersten Handwurzelreihe ein.

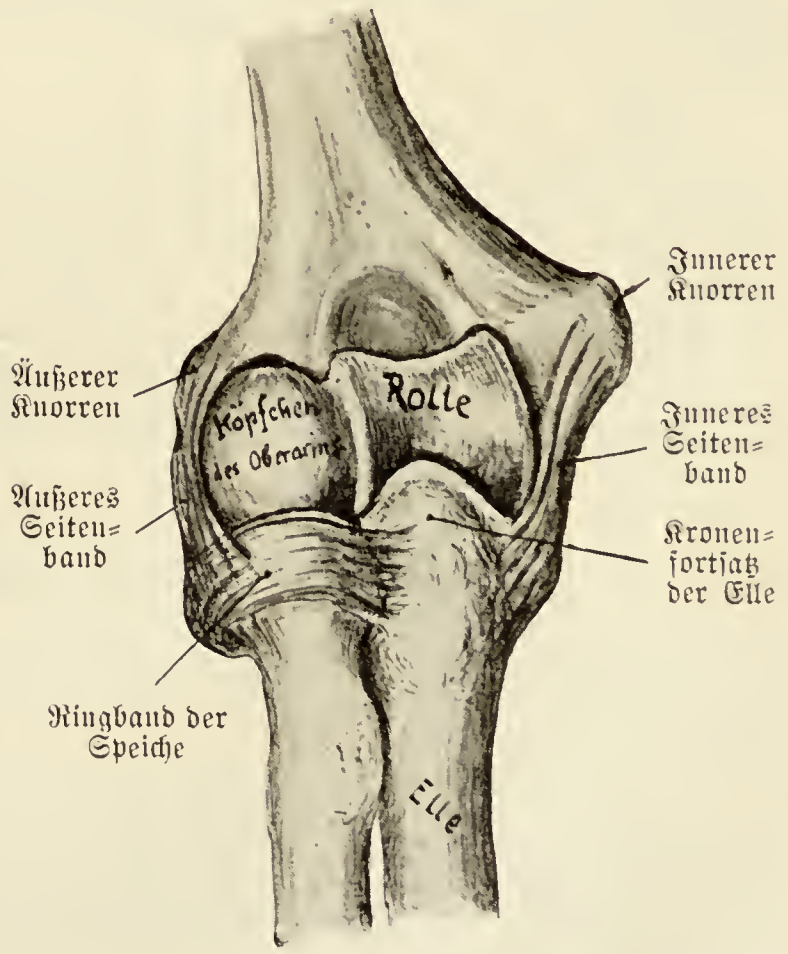
Diese Verschiedenheiten ermöglichen, wie wir unten noch sehen werden, die außerordentliche Beweglichkeit des Unterarms und der Hand.

§ 45. Das Ellbogengelenk.

Das Ellbogengelenk vereinigt in sich drei Knochen: Oberarm, Elle und Speiche, und setzt sich aus drei verschiedenen gelenkigen Verbindungen (im Gegensatz zum Kniegelenk) zusammen (Fig. 121).

1. Gelenk zwischen Elle und Oberarm, nach Art eines quergestellten Scharniers gebaut; mit einer Gelenkkapsel und zwei seitlichen Verstärkungsbändern, die jede seitliche Verbiegung nach der Ellen- wie nach der Speichseite hindern. Die einzig mögliche Bewegung ist mithin Beugung und Streckung.

Der Umfang der Beugung findet seine Begrenzung durch das Eingreifen des Kronenfortsatzes in die vordere Oberarmgrube, sie ist möglich bis zu einem spitzen Winkel. Der Umfang der Streckung wird bestimmt durch das Eingreifen des Hakenfortsatzes in die hintere Oberarm-



Ellbogengelenk.

Fig. 121. Ellbogengelenke geöffnet.

grube: die Streckung ist dadurch nur bis zu dem Punkte möglich, wo Oberarm und Elle eine einzige gerade Linie bilden. Niemals bilden Ober- und Unterarm einen nach hinten offenen Winkel. Der Gesamtspielraum der Beugung und Streckung beträgt etwa 150° (s. o. Fig. 10).

2. Gelenk zwischen Speiche und Oberarm. Die Speiche steht mit dem vorigen Gelenk nur in sehr lockerer Verbindung, so daß sie zwar der Beuge- und Streckbewegung folgt, aber ganz ungehindert in ihrer Sonderbewegung ist.

Drehung der Speiche.

3. Gelenk zwischen Elle und Speiche. Durch ein besonderes Ringband ist das Köpfchen der Speiche an die halbmondförmige Grube der Elle festgehalten und dreht sich darin um seine eigene Achse. Da die Speiche kein gerader Knochen ist, sondern gekrümmt, und zwar so, daß ihr unteres Ende nach außen vor der Elle liegt, so bewirkt die Drehung des Knochens um seine Achse, daß das untere Ende einen Kreisbogen beschreibt. Das untere Ende der Speiche begiebt sich also, die in ihrer Lage verbleibende Elle kreuzend, und sich über dieselbe lagernd, nach innen von der Elle (Fig. 122). Da die Hand mit ihrer Daumenseite vorzugsweise mit der Speiche verbunden ist, so folgt die Hand dieser Bewegung, und wird mithin, während bei paralleler Lage von Speiche und Elle die Handfläche, den Daumen außen, nach vorne oder oben sieht, so gedreht, daß nun der Daumen nach innen zu kommt, und der Handrücken nach vorn oder oben sieht. Letztere Bewegung heißt Einwärtswendung des Daumens oder der Hand (Risthaltung oder Pronation) — dabei ist also die Speiche der Elle übergelagert und kreuzt dieselbe —, während die Rückführung des einwärts gewendeten Daumens nach außen Auswärtswendung des Daumens (Kammhaltung oder Supination) heißt — wobei Speiche und Elle parallel gerichtet, nebeneinander lagern.

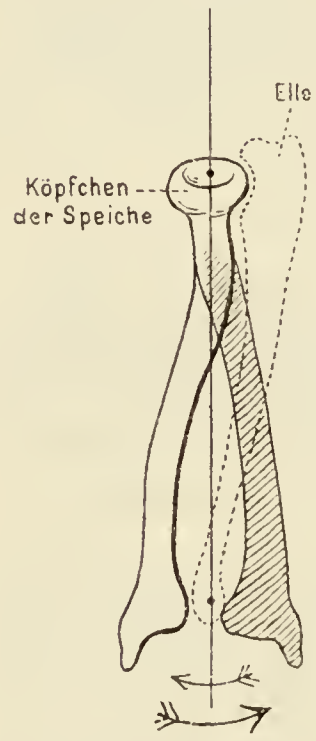


Fig. 122. Drehung der Speiche um die Elle.

Die Bewegung der Aus- und Einwärtswendung der Hand vollzieht sich unabhängig von Beugung und Streckung des Unter- zum Oberarms in jeder hier möglichen Stellung. — Der Spielraum des Daumens beträgt 180° bei feststehendem Oberarm.

Kommt dazu die im Schultergelenk mögliche Drehung des Oberarms — welche ebenfalls annähernd 180° betragen kann — so nähert sich der Drehwinkel der Hand 360°, also 4 rechten Winkeln: d. h. wir können die herabhängende Hand beinahe um sich selbst drehen, den Handteller sowohl auf dem Wege der Auswärtswendung, wie auf dem der Einwärtswendung nach außen kehren.

Diese Vereinigung der Drehungsachse des Oberarms mit der Drehungsachse der Speiche nennt man auch die Längs- oder Konstruktionsachse des Armes.

§ 46. Das Knochengerüst der Hand. (Fig. 123.)

Knochen der Hand.

Die Knochen der Hand zerfallen in die 1. der Handwurzel, 2. der Mittelhand und 3. der Finger.

Handwurzel.

1. Die Handwurzel besteht aus 8 Knochen, die in zwei Viererreihen geordnet sind. Ihre Namen sind vom Daumen an gezählt.

1. Reihe: Kahnbein, Mondbein, dreieckiges Bein, Erbsenbein;

2. Reihe: Großes und kleines vielseitiges Bein, Kopfbein, Hakenbein; (Fig. 124) zu merken in dem Verschen:

Es fährt der Kahn im Mondenschein
Ums Dreieck mit dem Erbsenbein;
Vielseitig groß, vielseitig klein,
Der Kopf muß bei dem Haken sein.

Von den vier Knochen der ersten Reihe helfen nur die drei ersten das Gelenk mit dem Vorderarm (Speiche) bilden. Von den Knochen der zweiten Reihe ist mit

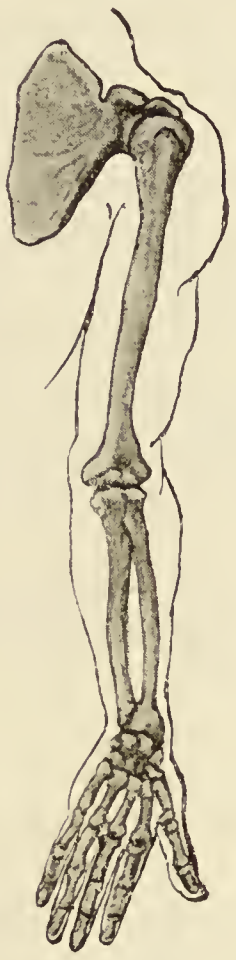


Fig. 123. Schulterblatt, Arm und Handknochen.

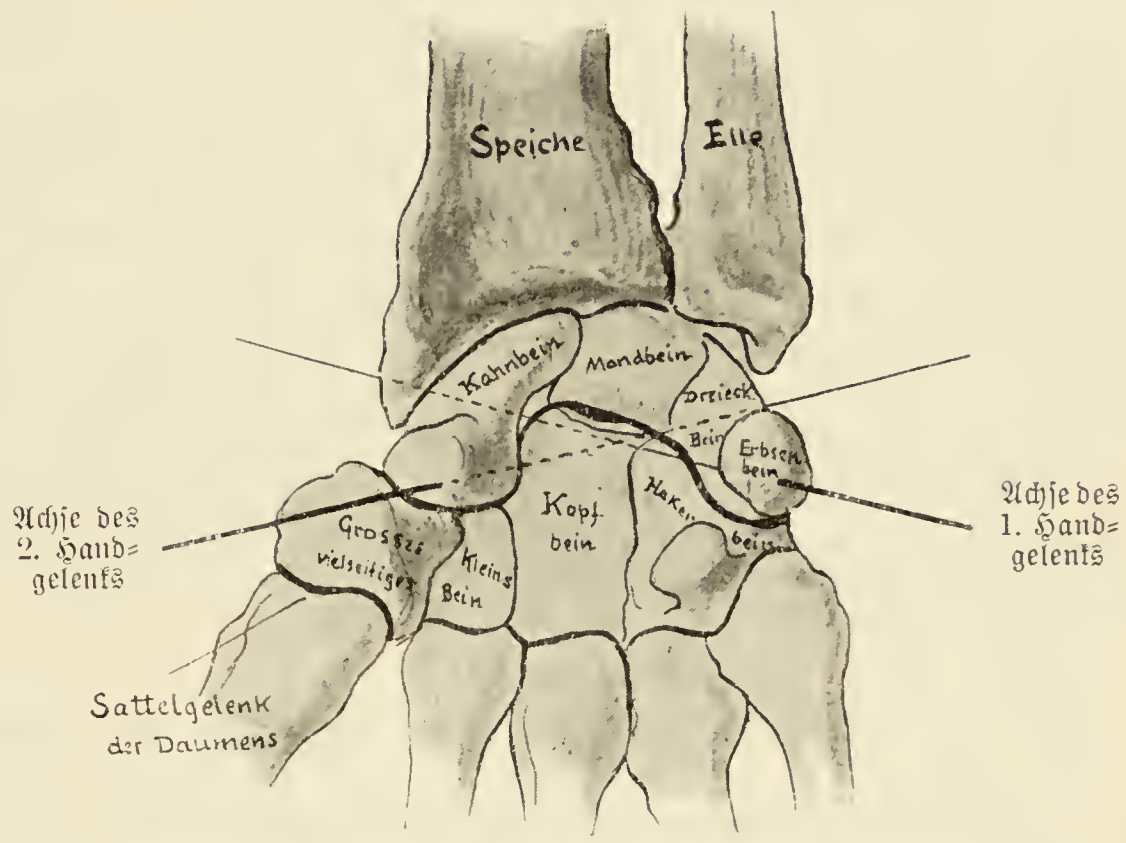


Fig. 124. Die Handwurzel nach der Handfläche zu gerichtet.

dem ersten, dem großen vielseitigen Bein der Daumen, d. h. dessen Mittelhandknochen, durch ein Sattelgelenk verbunden.

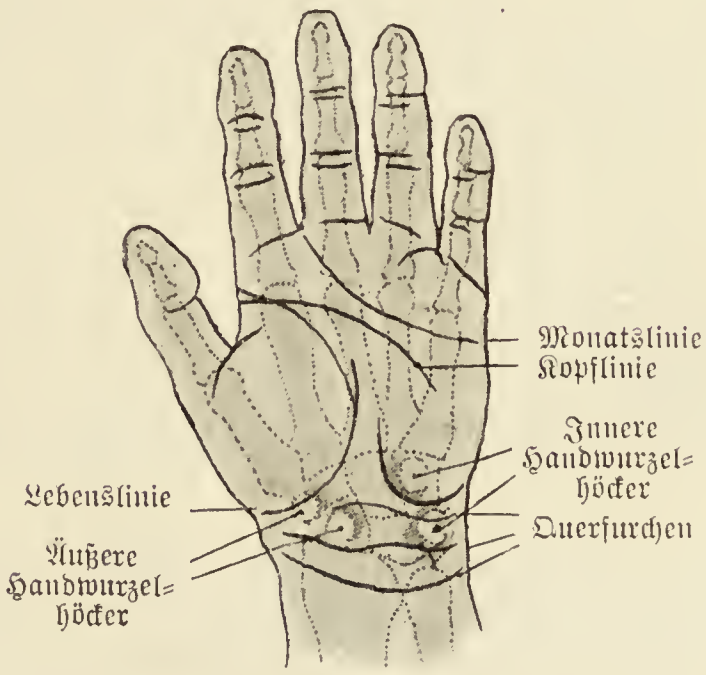


Fig. 125. Handteller mit seinen Furchen.

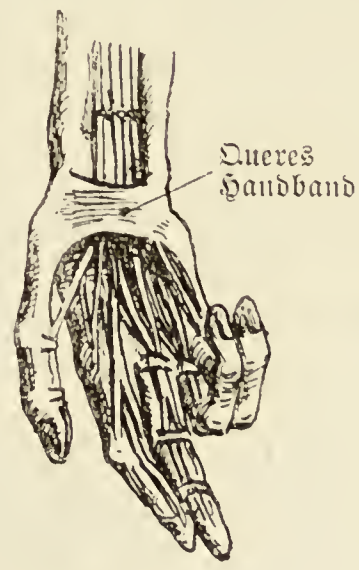


Fig. 126.

Die Eckknochen beider Reihen springen an der inneren oder Hohlhandfläche als die vier Handwurzelhöcker sichtbar vor, also Kahn- und großes vielseitiges Bein an der Daumenseite, Erbsen- und Hakenbein an der Kleinfingerseite (Fig. 125).

Das Ganze der Handwurzel ist nicht platt, sondern gebogen wie ein Halbring, dessen konvexe Seite nach dem Handrücken, dessen konkave Seite nach dem Handteller gerichtet ist.

Zwischen den Eckknochen oder Handwurzelhöckern ist ein starkes Band ausgespannt, das quere Handwurzelband. Dasselbe hält:

1. die beiden Knochenreihen der Handwurzel in ihrer bogenförmigen Wölbung fest; und ist
2. eine schützende Brücke für die vom Vorderarm zu den Fingern verlaufenden Sehnen. (Fig. 126.)

Mittelhand. 2. Die Mittelhand. Der Mittelhandknochen sind fünf; der des Daumens, kürzer als die andern, ist für sich mit der Handwurzel durch ein Sattelgelenk stark beweglich verbunden. Die vier anderen, in einer Ebene nebeneinander liegend, bilden den breitesten und unbeweglichsten Teil der Hand. Man unterscheidet an jedem Mittelhandknochen das obere an die Handwurzel anstoßende Ende, das prismatische Mittelstück und das untere Ende oder Köpfchen. — Die Handwurzelknochen der zweiten Reihe sind durch feste straffe Bänder nicht nur unter sich, sondern auch mit den drei Mittelhandknochen zu einer in sich nahezu unbeweglichen Knochengruppe vereinigt, so daß die Mittelhand kein selbständiges Glied darstellt.

Finger. 3. Die Fingerglieder. Wir zählen 5 erste, 5 zweite und 4 dritte (der Daumen hat nur zwei) Fingerglieder. An den äußeren Fingergliedern befindet sich je ein Nagelwulst.

§ 47. Die Gelenke der Hand.

Gelenke der Hand. Handwurzelknochen und Mittelhand sind durch feste Bänder zu einem äußerst starken und widerstandsfähigen Ganzen verbunden (durch Aufschlagen mit der Handwurzel Steine zu zertrümmern ist ein altes Kunststückchen von Jahrmarkts-Athleten), dem gleichwohl nicht eine außerordentlich vielseitige Beweglichkeit fehlt.

Man gruppiert zweckmäßig diese Knochenverbindungen in zwei Handgelenke.

Das erste Handgelenk wird gebildet von der Speiche und der ersten Reihe der Handwurzelknochen. Die Elle reicht nicht so weit herab, um das dreieckige Bein, den dritten Knochen der ersten Handwurzelreihe direkt zu berühren. Das Erbsenbein, der vierte Knochen der ersten Reihe, ist nichts als ein Anhängsel des dritten. Beim ersten Handgelenk stellt die Speiche gewissermaßen die Pfanne, die Handwurzelknochen der ersten Reihe stellen den Gelenkkopf dar. Das Gelenk ist ein Scharniergelenk, dessen Fläche jedoch von einem Rand zum andern gekrümmt ist.

Das zweite Handgelenk, zwischen erster und zweiter Reihe der Handwurzelknochen, ist ebenfalls ein Scharniergelenk. Es zeichnet sich durch eine gebrochene Gelenkfläche aus, derart, daß nach dem Daumen zu die erste Wurzelreihe den Kopf, die zweite die Pfanne bildet, während nach dem Kleinfinger hin dies Verhältnis umgekehrt ist.

Die Achsen dieser beiden Scharniere verlaufen aber nicht parallel, sondern sie kreuzen sich. Die Bewegung in jedem einzelnen dieser Gelenke erzielt also keine einfache Beugung und Streckung der Hand im Sinne der Längsachse von Unterarm und Hand, sondern die Bewegung ist bei beiden Gelenken schräg gerichtet.

Beugung (nach der Handfläche) bloß im ersten Gelenk wendet die Hand zugleich der Speiche zu.

Streckung (nach dem Handrücken) bloß im ersten Gelenk wendet die Hand zugleich nach der Elle zu.

Umgekehrt im zweiten Gelenk: Hier neigt die Beugung zugleich nach der Elle, Streckung zugleich nach der Speiche zu.

Dadurch daß sich diese Bewegungen im gleichen oder im entgegengesetzten Sinne verbinden können, und eine Bewegung bloß im ersten oder zweiten Handgelenk für sich allein nicht stattfindet, vielmehr stets beide Gelenke an der Bewegung teilnehmen, ergeben sich vier Biegungsrichtungen der Hand:

1. Biegung nach der Hohlhand: Beugung in beiden Gelenken. Die gleichseitigen Neigungen nach der Speiche im ersten, nach der Elle im zweiten Handgelenk heben sich gegenseitig auf. — Die Biegung nach der Hohlhand ist möglich bis zu einem Winkel von 65°.

2. Biegung nach dem Handrücken oder Streckung in beiden Gelenken. Die entgegengesetzten Begleitbewegungen von Elle und Speiche heben sich wiederum auf. — Die Biegung nach dem Handrücken oder Streckung der Hand ist möglich bis zu einem Winkel von 60°.

3. Biegung der Hand nach der Speich- oder Daumenseite. Im ersten Gelenk Biegung nach der Hohlhand — Beugung, im zweiten Gelenk entgegensetzt Biegung nach dem Handrücken — Streckung.

Da Streckung und Beugung sich aufheben, so bleiben die Begleitbewegungen — in beiden Fällen Biegung nach der Speiche — sich verstärkend übrig.

Die Biegung nach der Speiche ist nur möglich bis zu einem Winkel von 20°, da der Griffelfortsatz der Speiche eine weitere Bewegung in dieser Richtung hemmt.

4. Biegung nach der Elle oder Kleinfingerseite. Im ersten Gelenk Biegung nach dem Handrücken — Streckung, im zweiten Gelenk Biegung nach der Handfläche — Beugung, die sich gegenseitig aufheben: bleibt also die Begleitbewegung nach der Elle, bis zu einem Winkel von 30° möglich.

Gehen diese vier Bewegungen in einander über, so macht die Hand eine kreisende Bewegung.

Zur Ausführung dieser Bewegungen dienen vier besondere zu den vier Ecken der Handwurzel gehende Muskeln.*)

Dadurch, daß die beiden Handgelenke stets zusammen bewegt werden, bildet trotz der mannigfaltigen Bewegungen der Übergang von Arm zu Hand niemals eine scharfe Knickung wie bei den anderen Gelenken, sondern stets eine runde Biegung, was der Bewegung der Hand besondere gefällige Anmut verleiht.

---

*) Nennen wir die Biegung nach der Handfläche = B,
" " " " " dem Handrücken = S,
" " " " " der Daumenseite = D,
" " " " " der Kleinfingerseite = K,
so bewegt sich: Gelenk I: 1. B + D
2. S + K
Gelenk II: 1. B + K
2. S + D.

Daraus folgt:	Erstes Gelenk:		Zweites Gelenk:	
1.	B + D	vereint mit	B + K.	D und K heben sich auf, bleibt B.
2.	S + K	" "	S + D.	D und K heben sich auf, bleibt S.
3.	B + D	" "	S + D.	B und S heben sich auf, bleibt D.
4.	S + K	" "	B + K.	B und S heben sich auf, bleibt K.

Finger-gelenke.

§ 48. Die Fingergelenke.

Gelenke des 2. bis 5. Fingers.

1. Gelenke des 2. bis 5. Fingers. Die vier Mittelhandknochen, welche mit ihren oberen Enden an der 2. Handwurzelreihe festliegen, tragen auf ihren Köpfen die vier dreigliedrigen Finger: Zeige-, Mittel-, Ring- und Kleinfinger (Fig. 127).

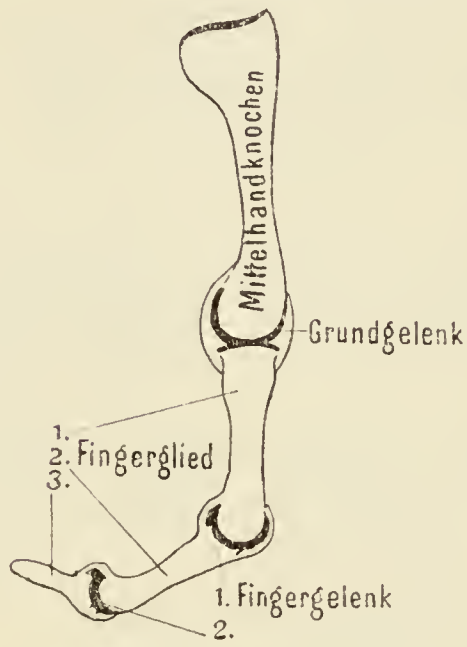


Fig. 127.

Die Gelenke zwischen Mittelhandknochen und erstem Fingerglied nennt man Grundgelenke der Finger. Es sind freie Gelenke mit großer Beweglichkeit nach der Hohlhand hin (Biegung) und geringeren nach den Seiten (Auseinanderspreizen oder Abziehen und Wiederaneinanderlegen der Finger oder Anziehen). Die Streckung im Grundgelenk kann ein wenig über die geradlinige Stellung nach dem Handrücken zu hinausgeführt werden — doch sind je nach Übung und Straffheit der Bänder die individuellen Unterschiede hier nicht unbeträchtlich. Im Mittel beträgt der Gesamtspielraum der Beugung und Streckung in den Grundgelenken über 90°. Durch Verbindung der Beuge- und Streckbewegung mit der Bewegung des An- und Abziehens kann jeder Finger im Grundgelenk eine kreisende Bewegung machen.

Die Fingergelenke zwischen jedem 1. und 2., und jedem 2. und 3. Fingerglied sind reine Scharniergelenke, gestatten nur Beugung bis zum rechten Winkel und Streckung bis zum geraden.

Die Fingerglieder sind — vom ersten zum dritten Glied abnehmend — ungleich lang, und hierdurch zum Umfassen von Gegenständen von verschiedenster Größe und Gestalt, also zur Greifthätigkeit, besonders geeignet.

Was die Bänder der Grund- und Fingergelenke betrifft, so sind außer der Gelenkkapsel bei den eigentlichen Fingergelenken — wie bei allen Scharniergelenken — noch starke Seitenbänder vorhanden, welche jede seitliche Ausbiegung verhindern.

Gelenke des Daumens.

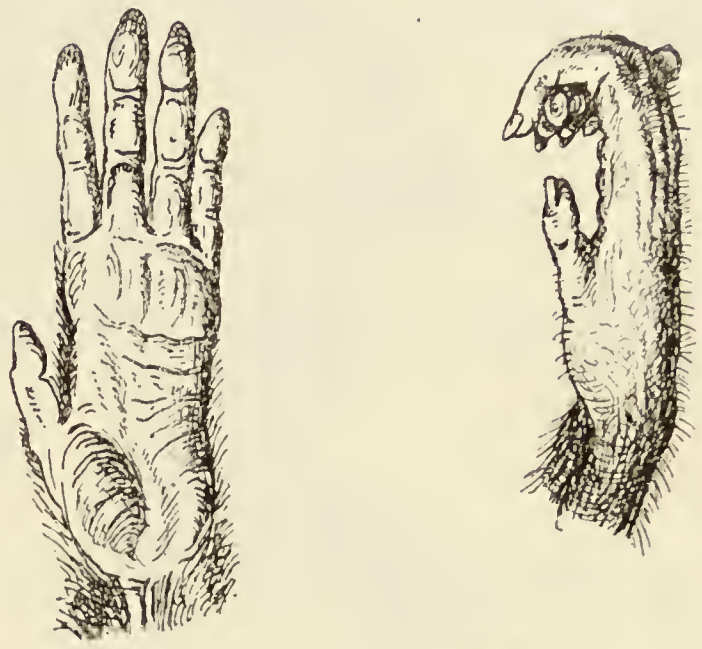
2. Gelenke des Daumens. Das Gelenk zwischen 1. und 2. Daumenglied ist von demselben Bau wie die anderen Fingergelenke. Anders das Grundgelenk des Daumens — zwischen Mittelhandknochen des Daumens und erstem Daumenglied — in welchem nur Beugung und Streckung, noch dazu in geringem Maße, möglich ist, indem die Beugung einen halben rechten Winkel eben erreicht; die Streckung bis zur geraden geht. Nur bei einzelnen Personen vermag der Daumen in diesem Gelenk nach hinten zu eingeknickt zu werden — Überstreckung —, was dann als absonderliches Kunststückchen gilt.

Sattelgelenk des Daumens.

Was dem Grundgelenk an Beweglichkeit abgeht wird aber mehr als aufgewogen durch das Gelenk zwischen Mittelhandknochen des Daumens und Handwurzel, ein ausgesprochenes Sattelgelenk. Dieses Sattelgelenk des Daumens giebt dem Bau der Hand das charakteristische Gepräge gegenüber dem Fuße.

Nicht nur, daß hier der Daumen sich zur Hohlhand, ja etwas zum Handrücken hin zu bewegen vermag, daß er ferner zur Reihe der anderen Finger hin an- und wieder abgezogen werden kann: die Befestigung des Mittelhandknochens des Daumens am großen vielseitigen Bein, welches seinerseits aus der Reihe der Handwurzelknochen stark hervorspringt, ermöglicht es dem Daumen, parallel dem Handteller nach dem Kleinfingerrand sich zu bewegen; sich mit seiner Hohlhandfläche der Hohlhandfläche der anderen Finger beliebig gegenüber zu setzen; mit seiner Spitze die Spitzen aller anderen Finger zu berühren. Sind im letzteren Falle die Finger hakenartig ge-

krümmt, so kann der Daumen mit jedem dieser eine Art von Zange darstellen zum Erfassen der mannichfachsten Gegenstände. Diese Bewegungsmöglichkeit des Daumens wird Gegenstellung des Daumens genannt. Dem Großzeh des Fußes geht sie ab. Die Möglichkeit der Gegenstellung ist es, welche in Verbindung mit der besonderen Größe des Daumens die Menschenhand zu einem so vollkommenen Werkzeuge gestaltet. Die Hand der Affen ist zwar ähnlich gebaut: indes ihr schmaler Bau und ihr kurzer Daumen geben der Affenhand vorzugsweise die Eigenschaft eines Kletter- und Greiforgans (Fig. 128 und 129), welches bei weitem an die Vollkommenheit der Menschenhand, das „Werkzeug aller Werkzeuge", nicht heranreicht. Eine schmale lange Menschenhand nähert sich also dem Affentypus und entspricht nicht dem Ideal einer möglichst vollkommenen Menschenhand, mag auch ein überfeinerter Geschmack schmale Hände namentlich bei der Frau für schön halten.



Die Hand als Werkzeug.

Fig. 128 u. 129. Hand des Gorilla.

Dadurch daß der Mittelhandknochen des fünften, des Kleinfingers, nach der Hohlhand zu etwas beweglich ist, kann in Verbindung mit der Gegenstellung des Daumens der Handteller zu einem kugeligen Hohlraum gewölbt werden. Die Hohlhand wird so zum Schöpfen von Flüssigkeit befähigt (Becher des Diogenes), und vermag in Verbindung mit den gebogenen Fingern eine Kugel von der Größe einer Billardkugel fast vollkommen zu umgreifen.

So ausgerüstet mit einer vielfältigen Beweglichkeit, in Bewegung gesetzt durch zahlreiche Muskeln (27 Knochen zählt das Handskelet, welche durch 40 Muskeln bewegt werden), versehen namentlich an den Fingerenden mit reichlichen Tastnerven, welche die denkbar feinste Abschätzung über Lage, Oberfläche, Gestalt, Beschaffenheit, Temperatur u. s. w. der umgebenden Dinge der Außenwelt gestatten, versehen ferner mit Muskelnerven, welche das feinste Muskelgefühl, und staunenswert genaue Kraft- wie Gewichtabschätzung vermitteln, ist die Menschenhand, zugleich Sinnesorgan wie Arbeitsinstrument, das vollkommenste aller Werkzeuge in der Natur.

Handfertigkeitsunterricht.

Nichts naheliegender als der Gedanke, die Fertigkeit der Hand, welche einer so staunenswerten Ausbildung fähig ist, planmäßig bei der Jugend zu schulen und zu entwickeln. Indes ein Organ, welches im Leben in so unendlich mannigfacher Weise praktisch bethätigt wird, widerstrebt einer jeden rein formalen Gymnastik. Darum laufen die mit langsamem Erfolg fortschreitenden Bemühungen, die Entwickelung der Handfertigkeit in die Erziehungsgegenstände der schulpflichtigen Jugend einzureihen, darauf hinaus, daß die Geschicklichkeit der Hand möglichst an bestimmten praktischen Hantierungen zu entwickeln versucht wird. Schon die Philantropisten — Gutsmuths schrieb eine Anweisung zur Kunst des Drehens, Metallarbeitens und Schleifens als Anhang zu seiner grundlegenden Gymnastik für die Jugend — pflegten solch praktischen Handfertigkeitsunterricht. Die neuere Bewegung, von Dänemark (Rittmeister Clauson von Kaas 1876) ausgehend, fand in Deutschland ihren Mittelpunkt in dem „Deutschen Verein für Knabenhandarbeit", und ihren Hauptförderer in dem Abgeordneten von Schenckendorff. —

Beim Turnen in Frei- und Gerätübungen kommt die Hand wenig zu ihrem Rechte. Das Gerätturnen in Stütz und Hang entwickelt zwar die Muskelkraft bestimmter Muskeln der Hand, ist aber belanglos für deren feinere Bewegungsfähig-

keit, ja vermag solche sogar zu beeinträchtigen. Die Gelenke der Handwurzel werden namentlich stark in Anspruch genommen beim Fechten, beim Keulenschwingen, sowie beim Stabwinden — bei übertriebener Übung nicht immer zum Vorteil der Gebrauchsfähigkeit der Hand. Einen unverkennbaren Vorzug haben hier die Ballspiele, welche die Greifthätigkeit der Hand zu hoher Vollkommenheit ausbilden.

Knochen und Gelenke der unteren Gliedmaßen.

Knochen und Gelenke der unteren Gliedmaßen.

Die unteren Gliedmaßen gliedern sich in: Beckengürtel, Oberschenkel, Unterschenkel und Fuß.

§ 49. Der Beckengürtel.

Beckengürtel. Der Knochenring des Beckens wird gebildet von den beiden Hüftbeinen und dem Kreuzbein (Fig. 130).

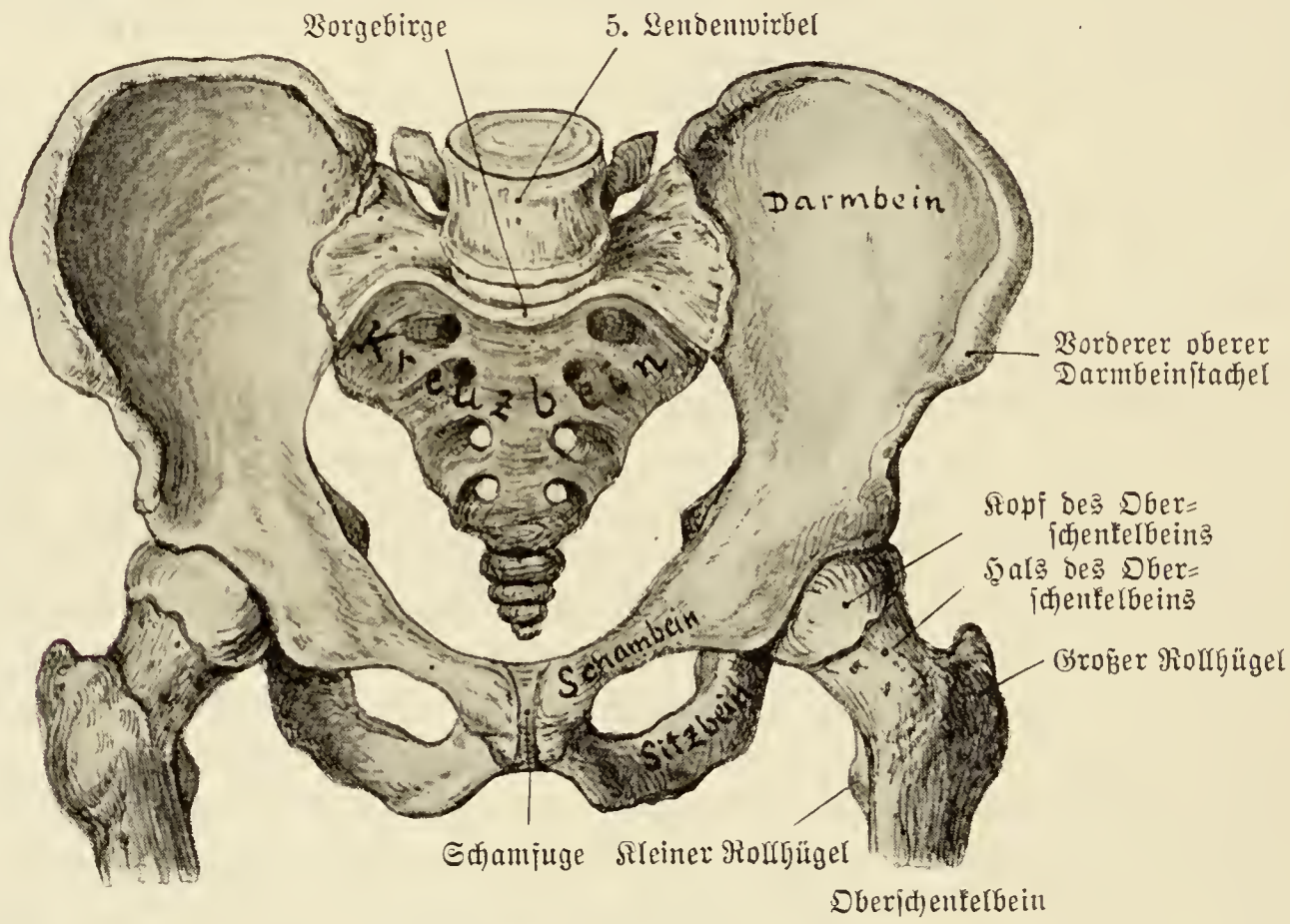


Fig. 130. Das Becken von vorn gesehen.

Becken. Das Becken trägt die auf das Kreuzbein aufgebaute Wirbelsäule, und stützt sich seinerseits in den Hüftgelenken auf die Gelenkköpfe des Oberschenkels.

Das Hüftbein zerfällt beim Kinde in drei Knochen:

1. Das Darmbein über
2. Das Sitzbein unter } der Gelenkpfanne des Hüftgelenkes.
3. Das Schambein nach innen von

Beim Erwachsenen schmelzen die drei Teile des Beckens zu einem Knochen zusammen (Fig. 131).

Darmbein. a) Das Darmbein. Der dickste Teil des Knochens, der Körper, nimmt an der Bildung der Pfanne für den Kopf des Oberschenkels teil, und bildet den oberen Teil der Pfanne. Darüber erhebt sich die dünnere Platte oder Darmbeinschaufel

mit einer äußeren und einer inneren Fläche. Die innere Fläche wird durch einen von hinten und oben schräg nach unten und vorn gehenden Vorsprung, der sich als innere Bogenlinie auf das Schambein hin fortsetzt, in eine kleine untere (Seitenwand des kleinen Beckens) und größere obere (Seitenwand des großen Beckens) Abteilung geteilt. Die größere obere Abteilung ist vorn am Schaufelstück konkav ausgehöhlt und glatt — Darmbeingrube —, nach hinten rauh mit einer ohrmuschelförmig gestalteten überknorpelten Fläche zur festen Verbindung (Knorpelfuge) mit der entsprechenden Fläche des Kreuzbeins.

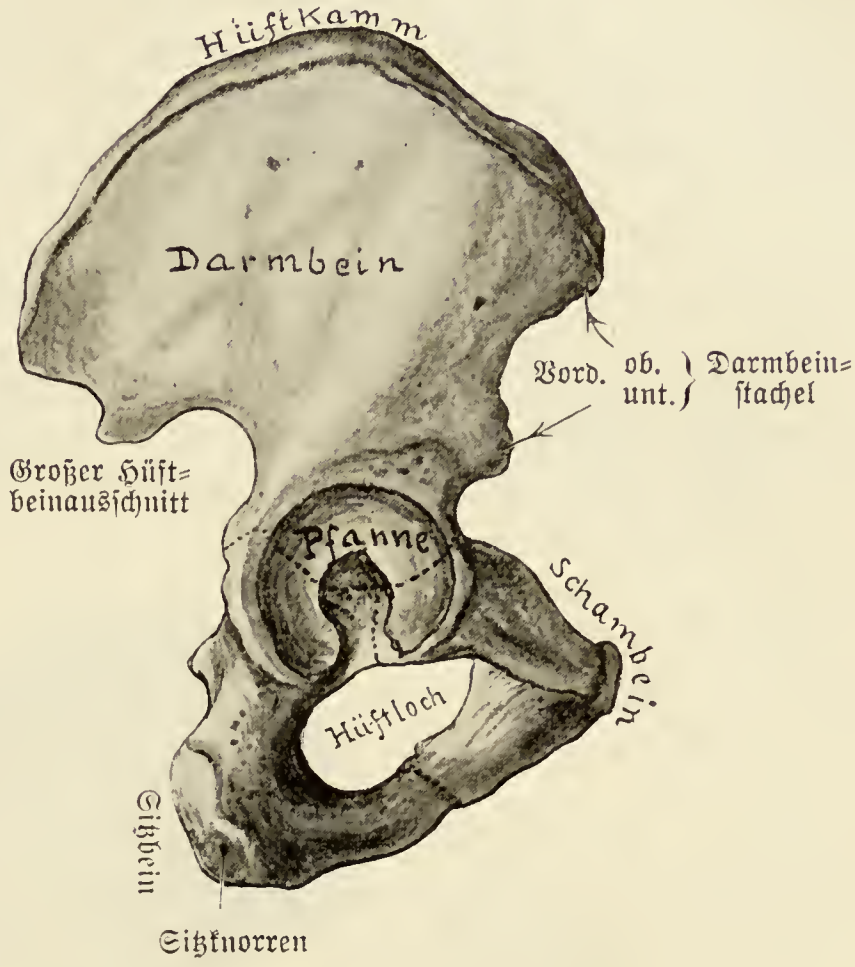


Fig. 131. Seitenansicht des Beckens.

Der Begrenzungsrand des Darmbeins zerfällt in folgende Abschnitte:

1. Der obere Rand oder Kamm des Beckens, in der seitlichen Bauchgegend als untere Grenze der Bauchweichen gut durchfühlbar, manchmal auch sichtbar, breit, abgerundet, mit äußerer, mittlerer und innerer Lefze zum Ansatz für die drei breiten Bauchmuskeln.

2. Der vordere Rand
3. Der hintere Rand

jeder derselben mit halbmondförmigem Ausschnitt, dessen Ecken als oberer und unterer Stachel bezeichnet werden.

Der vordere obere Darmbeinstachel, gut durchfühlbar, und an nicht allzu fettreichen Leibern auch unter der Haut erkenntlich, ist als Meßpunkt für die Feststellung verschiedener Körperverhältnisse wichtig. Namentlich läßt die Lage der beiden oberen Darmbeinstacheln leicht erkennen, ob das Becken wagerecht steht, oder seitlich schief gerichtet ist. — Dem vorderen oberen Darmbeinstachel als Ansatzpunkt für Muskel und Bänder werden wir später noch begegnen.

4. Der untere Rand ist tief ausgeschweift und bildet den oberen Teil des hinten am Becken gelegenen großen Hüftbeinausschnittes.

Sitzbein. b) Das Sitzbein. Das Sitzbein hat einen ab- und einen aufsteigenden Ast und einen Körper. Der Körper bildet die untere Wand der Hüftgelenkspfanne; der hintere Rand des Körpers bildet den unteren Teil des großen Hüftbeinausschnittes und endet im Sitzbeinstachel.

Der absteigende Ast endet im dicken und rauhen Sitzknorren.

Schambein. c) Das Schambein. Der Körper des Schambeins bildet die innere Wand der Pfanne. Der horizontale Ast geht nach vorn und innen, und ist mit einem scharfen, nach innen am Schambeinhöcker endenden Kamme (Schambeinkamm) versehen: Fortsetzung der inneren Bogenlinie des Darmbeins.

Der absteigende Ast vereinigt sich mit dem aufsteigenden Sitzbeinast nach hinten; nach innen aber mit dem gleichnamigen Knochen der anderen Seite zur festen in der Mittellinie des Körpers gelegenen Schamfuge (die Symphyse).

Scham- und Sitzbein umgeben das unten und hinten von der Pfanne gelegene Hüftloch.

Die kugelig ausgehöhlte Hüftgelenkgrube oder Pfanne wird also von den drei Stücken des Hüftbeines gemeinsam gebildet. Die rauhe Umgrenzung der Pfanne ist kein vollkommener Kreis, sondern zeigt am unteren und inneren Umfang einen Ausschnitt, von welchem aus eine nicht überknorpelte vertiefte Stelle, die Pfannengrube bis zum Grund der Pfanne reicht. Die überknorpelte Gelenkfläche der Pfanne erhält dadurch eine halbmondförmige Gestalt.

§ 50. Fugen und Bänder am Becken.

Fugen und Bänder des Beckens.

Eine starke Fuge oder Knorpelhaft verbindet in der Kreuz-Darmbeinfuge beiderseits das Kreuzbein fest mit dem Becken.

Vorn wird der Beckenring durch die Schamfuge geschlossen.

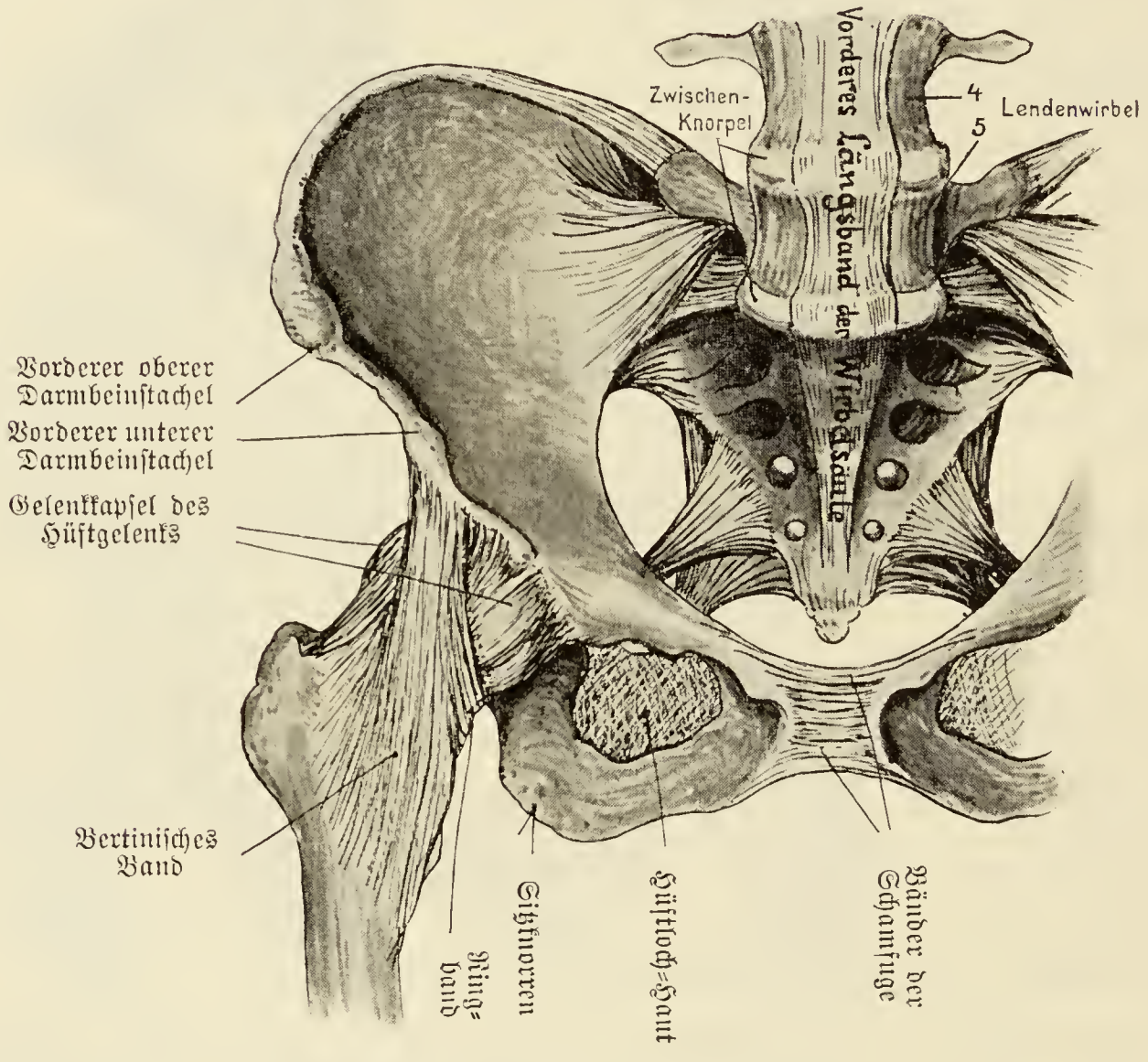


Fig. 132. Bänder des Beckens und des Hüftgelenks.

Feste Bänder verstärken den Zusammenhalt dieser Fugen.

Bänder, welche vom Kreuzbein zum Sitzknorren und zum Sitzbeinstachel ziehen, verwandeln die hinteren Hüftbeinausschnitte in Löcher. Diese starken Bänder helfen den Boden des kleinen Beckens bilden und sind zugleich Ansatzstellen für Muskeln (Fig. 132).

§ 51. Das Becken als Ganzes.

Das Becken als Ganzes

Setzt man ein ausgelöstes knöchernes Becken auf die drei Punkte: rechter und linker Sitzknorren und Steißbeinspitze, so hat es in der That Ähnlichkeit mit einem Wasserbecken, dessen Wand vorn und hinten so ausgebrochen ist, daß nur zwei Seiten-

stücke — die Darmbeinschaufeln — stehen geblieben sind. Die vordere große Lücke wird von den Bauchdecken, die hintere kleinere von den letzten Lendenwirbeln geschlossen.

Das Becken teilt man ein in das große und kleine Becken.

Das große Becken ist gewissermaßen nur die breite Umrandung des kleineren.

Kleines Becken.

Das kleine Becken bildet eine nach unten kegelförmig sich verengende Höhle. Der obere Eingang des kleinen Beckens oder schlechtweg Beckeneingang genannt, wird gebildet vom obern Rand der Kreuzbeinbasis, oder dem Vorgebirge, der Bogenlinie der beiden Darmbeine und dem Schambeinkamm der beiden Schambeine. Beim männlichen Becken, wo das Vorgebirge des Kreuzbeins mehr vorragt, ist diese Grenzlinie des Eingangs zum kleinen Becken etwas herzförmig gestaltet, beim weiblichen Becken oval. Die hintere Wand des kleinen Beckens bilden die vordere Kreuzbein- und Steißbeinfläche, die vordere Wand die Schamfuge, die Seitenwände die das rechte und linke Hüftloch umgebenden Scham- und Sitzbeinäste. Die untere Öffnung oder der Beckenausgang wird gebildet von der Spitze des Steißbeins, den Kreuzbein-Sitzknorren-Bändern und Kreuzbein-Sitzstachel-Bändern, den Sitzknorren, den aufsteigenden Sitzbein-, den absteigenden Schambeinästen. Die Gestalt des Beckenausgangs ist herzförmig, wobei das Steißbein den eingebogenen Rand des Herzens darstellt.

Zur Feststellung der Beckenweite (diese für den Geburtsakt besonders wichtig) sowie der Beckenneigung, welch letztere, wie wir sahen, bei den verschiedenen Haltungsarten verschieden sein kann, dienen Verbindungslinien zwischen bestimmten Punkten des Beckens.

Die wichtigste dieser Linien ist der gerade Beckendurchmesser: Verbindung der Mitte des Vorgebirges mit dem oberen Rand der Schamfuge. Derselbe wird rechtwinklig gekreuzt vom queren Durchmesser, welcher die entferntesten Punkte des Beckeneingangs mit einander verbindet.

Der Winkel, welchen der gerade Beckendurchmesser mit dem Horizont bildet, giebt die Beckenneigung an. Im Mittel beträgt derselbe 60^0—65^0.

§ 52. Geschlechtsunterschiede des Beckens.

Geschlechtsunterschiede im Bau des Beckens.

Das Becken bildet in seinem Bau das beständigste und unanfechtbarste geschlechtliche Merkmal des menschlichen Skeletts, und bedingt einen Unterschied, der kaum noch verborgen werden kann: Frauenzimmer in männlicher Tracht, z. B. auf der Bühne, werden leicht an der Breite des Beckens (Ausbiegung der Hüften) als solche erkannt.

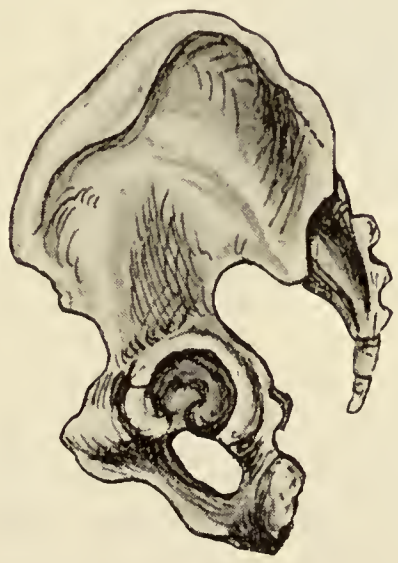


Fig. 133. Seitenansicht des Beckens vom Menschen.

Fig. 134. Seitenansicht des Beckens vom Gorilla.

Fig. 135. Seitenansicht des Beckens vom Gibbon (nach Huxley).

Beim Tiere stehen die schmalen Darmbeine senkrecht. Auch das Becken der höheren Affen ist steil gerichtet (Fig. 133—135). Es ist eine Folge des aufrechten Ganges der Menschen, daß sich die Darmbeine nach außen richten, und eine Stütze für die Baucheingeweide bilden. Dazu kommt beim Weibe noch die Notwendigkeit,

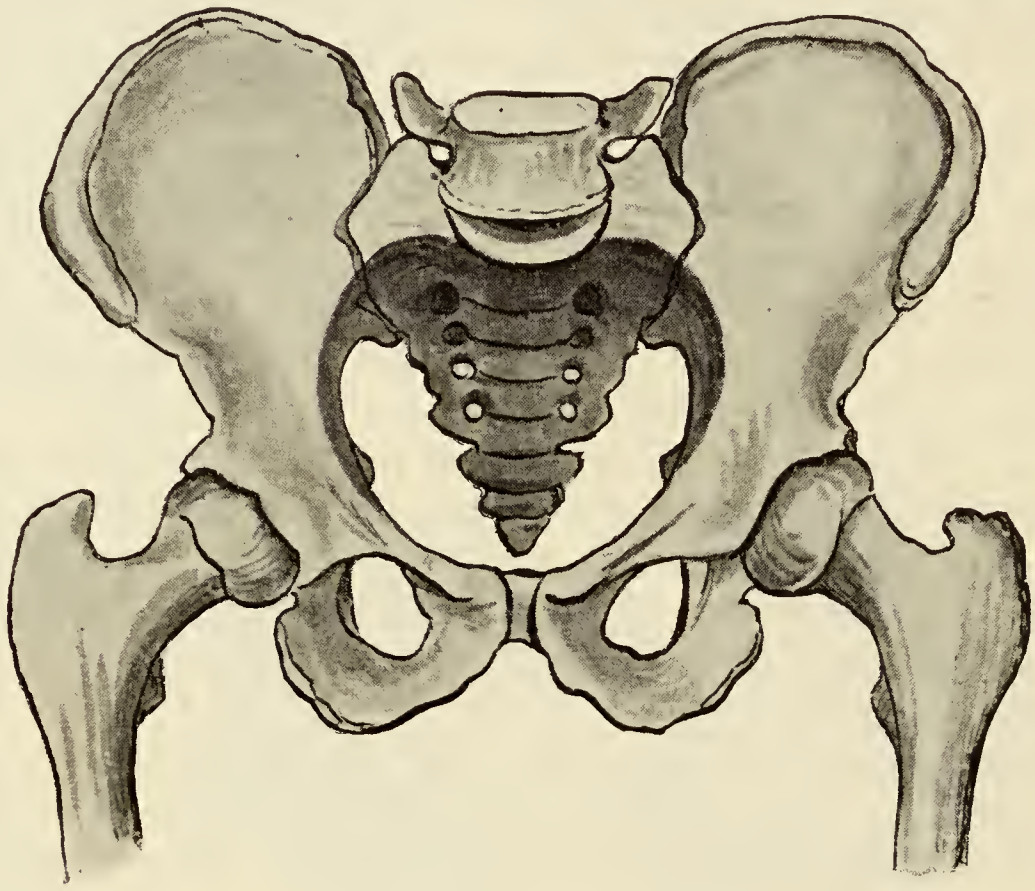


Fig. 136. Männliches Becken.

der Leibesfrucht einen sicheren Halt zu bieten, was besondere Unterschiede im Bau des männlichen und weiblichen Beckens bedingt. Das männliche Becken ist mehr eng und hoch; das weibliche Becken weit und kurz; dadurch stehen beim Weibe die Pfannen der Hüftgelenke sowie die Sitzknorren weiter auseinander — letzteres für

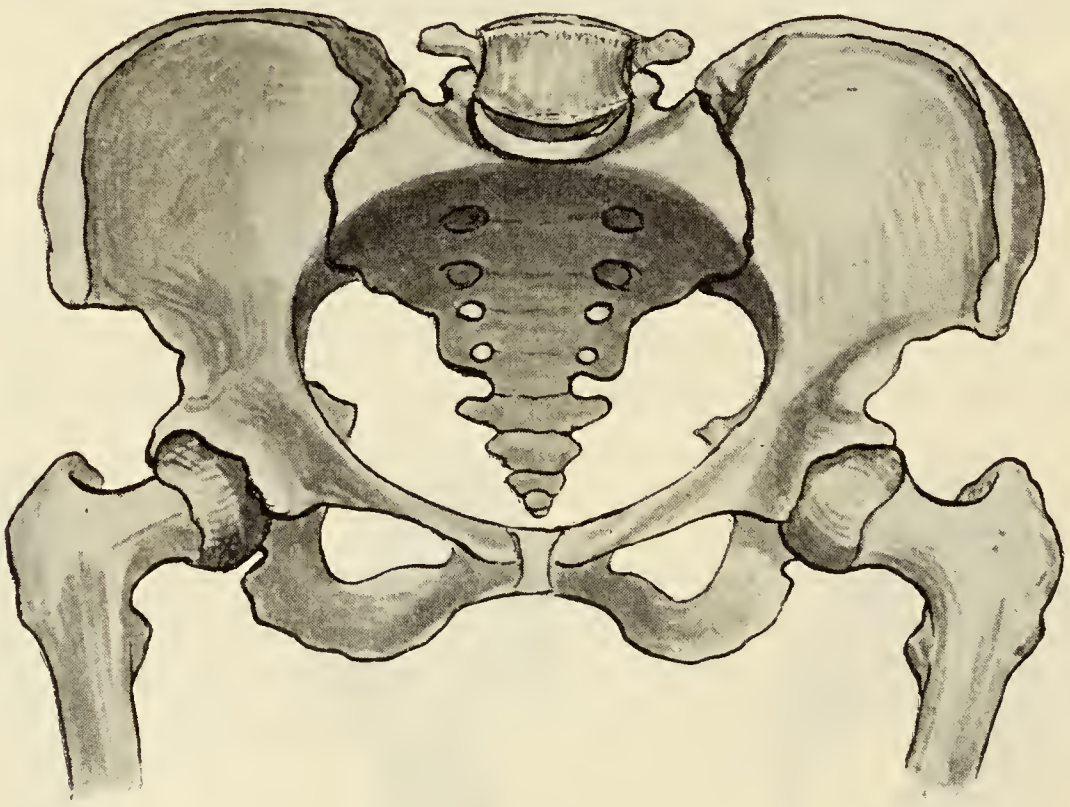


Fig. 137. Weibliches Becken.

die richtige Form des Sattels beim Fahrrad für Mädchen wichtig —, und müssen die Oberschenkel, wenn die Unterschenkel parallel dicht nebeneinander stehen sollen, mehr nach innen geneigt sein, konvergieren. Beim Mann ist der Eingang zum kleinen Becken mehr herzförmig, beim Weibe breitoval (Fig. 136 und 137).

Nicht bei allen Menschenrassen sind die Geschlechtsunterschiede im Bau des Beckens gleich ausgeprägt. Im allgemeinen um so weniger, je niedrig stehender die betreffende Rasse. Bei den central-afrikanischen Völkerschaften, ebenso bei den Frauen der Araber sind die Weiber in der Rückenansicht wenig von den Männern zu unterscheiden — etwaigen Unterschied in der Kopfbehaarung natürlich außer Acht gelassen. Am meisten ausgesprochen ist die rundliche Fülle der Hüften bei der Europäerin, auch abgesehen davon, daß die Modetrachten hier die Hüftbreite noch zu übertreiben suchen (Korset).

Bemerkenswert ist, daß die weiblichen Figuren antiker Bildwerke meist ein ziemlich enges Becken zeigen. Vergleicht man entsprechende antike und neuzeitliche Bildwerke mit einander, so fällt gleich auf, daß bei letzteren die Hüften der im Alter der Reife dargestellten Weiber weit ausladender gebildet sind. Ob dies thatsächlich darauf hinweist, daß die Europäerin der Neuzeit breithüftiger ist als die Griechinnen zur Zeit eines Phidias und Praxiteles waren, mag dahingestellt sein.

§ 53. Das Oberschenkelbein.

Das Oberschenkelbein ist der größte und schwerste Knochen des Körpers. Er zerfällt in Mittelstück, oberes und unteres Ende (Fig. 138 und 139). Oberschenkelbein.

Das Mittelstück ist etwas nach vorn gekrümmt, auf dem Durchschnitt dreieckig gestaltet. Die hintere Kante ist besonders als rauhe Linie ausgesprochen.

Das obere Ende trägt den rundlichen Oberschenkelkopf. Die Form des Kopfes beträgt $^2/_3$ einer Kugeloberfläche. Auf seiner Kuppe zeigt der Kopf eine kleine rauhe Grube: Ansatz des runden Gelenkbandes im Innern des Hüftgelenks. An den Kopf schließt sich der lange Hals. Hals und Kopf stehen in stumpfem Winkel zum Mittelstück. Am Übergang vom Hals zum Mittelstückstehen zwei Höcker: die Rollhügel. Der große Rollhügel nach außen, als starker, am Körper sehr gut durchfühlbarer, auch im äußern Umriß sich deutlich aussprechender Knochenvorsprung; nach innen und tiefer liegt der kleine Rollhügel. Die Rollhügel sind die Hebelarme für die Drehmuskeln des Schenkels. Nach vorn und hinten sind die Rollhügel durch vorspringende Knochenleisten verbunden, namentlich stark ausgesprochen ist diese Leiste nach hinten, wo sie eine tiefe Grube, die hintere Rollhügelgrube bildet.

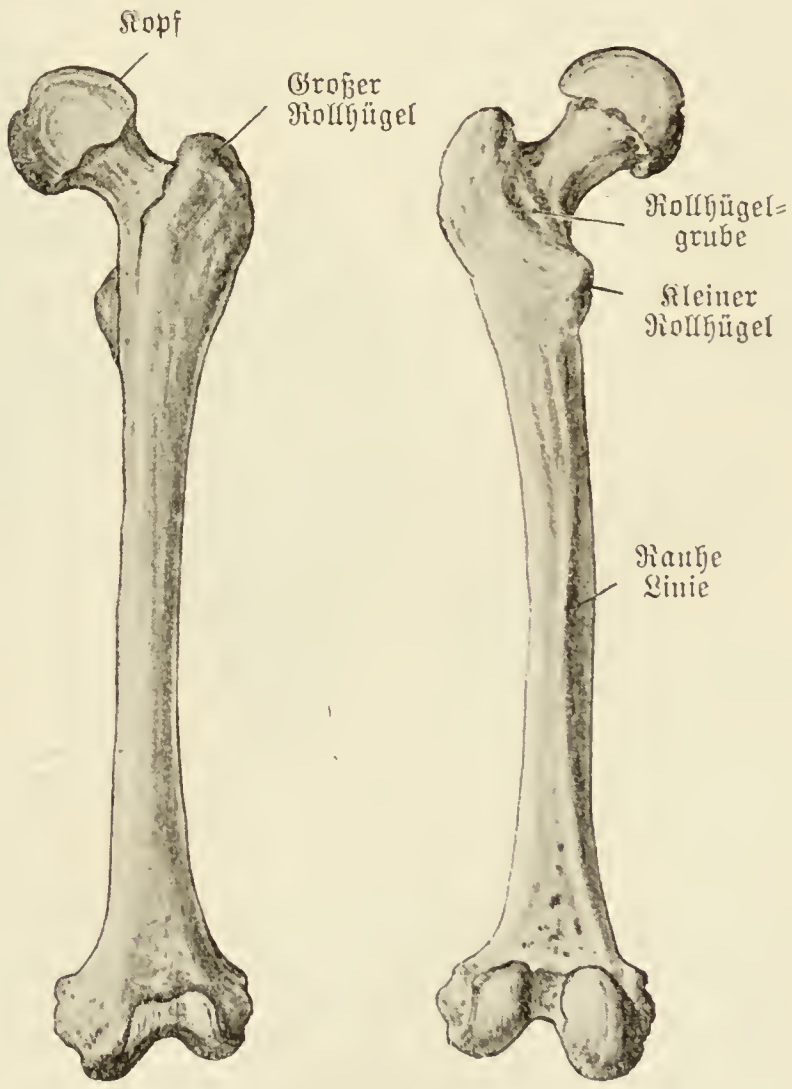


Fig. 138 u. 139. Oberschenkelknochen: Vorder- und Hinteransicht.

Das untere Ende des Oberschenkelbeins trägt die beiden Gelenkknorren: innere und äußere. Nach vorn sind dieselben durch eine überknorpelte Stelle verbunden: hier gleitet die Kniescheibe mit ihrer überknorpelten hinteren Fläche auf und nieder. Nach hinten liegt zwischen den Knorren die tiefe (nicht überknorpelte) Kniekehlengrube.

§ 54. Das Hüftgelenk.

Hüftgelenk.

Das Hüftgelenk ist neben dem Kniegelenk das stärkste und festeste Gelenk des Körpers, und von ähnlichem Bau wie die Nußgelenke der Mechanik. Der Kopf des Oberschenkels stellt $^2/_3$ einer Kugeloberfläche dar, die Pfanne eine Halbkugel von entsprechender Größe (s. Fig. 8). Die knöcherne Pfanne wird aber dadurch vertieft, daß rings an ihre Peripherie ein Ring von Faserknorpel angeheftet ist, so daß also der Kopf bis über seinen größten Umfang von der Pfanne umfaßt wird. Der Knorpelring überbrückt den Einschnitt am untern und inneren Pfannenrand, so daß hier ein Loch entsteht, welches den Durchtritt ernährender Gefäße in die Pfannenhöhle gestattet (Fig. 140).

Das Hüftgelenk ist umgeben von einer starken Gelenkkapsel. Dieselbe wird durch ein ungemein festes und dickes Verstärkungsband, das Darmbeinschenkelband oder das Bertinische Band an ihrer vorderen Seite verstärkt (s. Fig. 132o.).

Bertinisches Band.

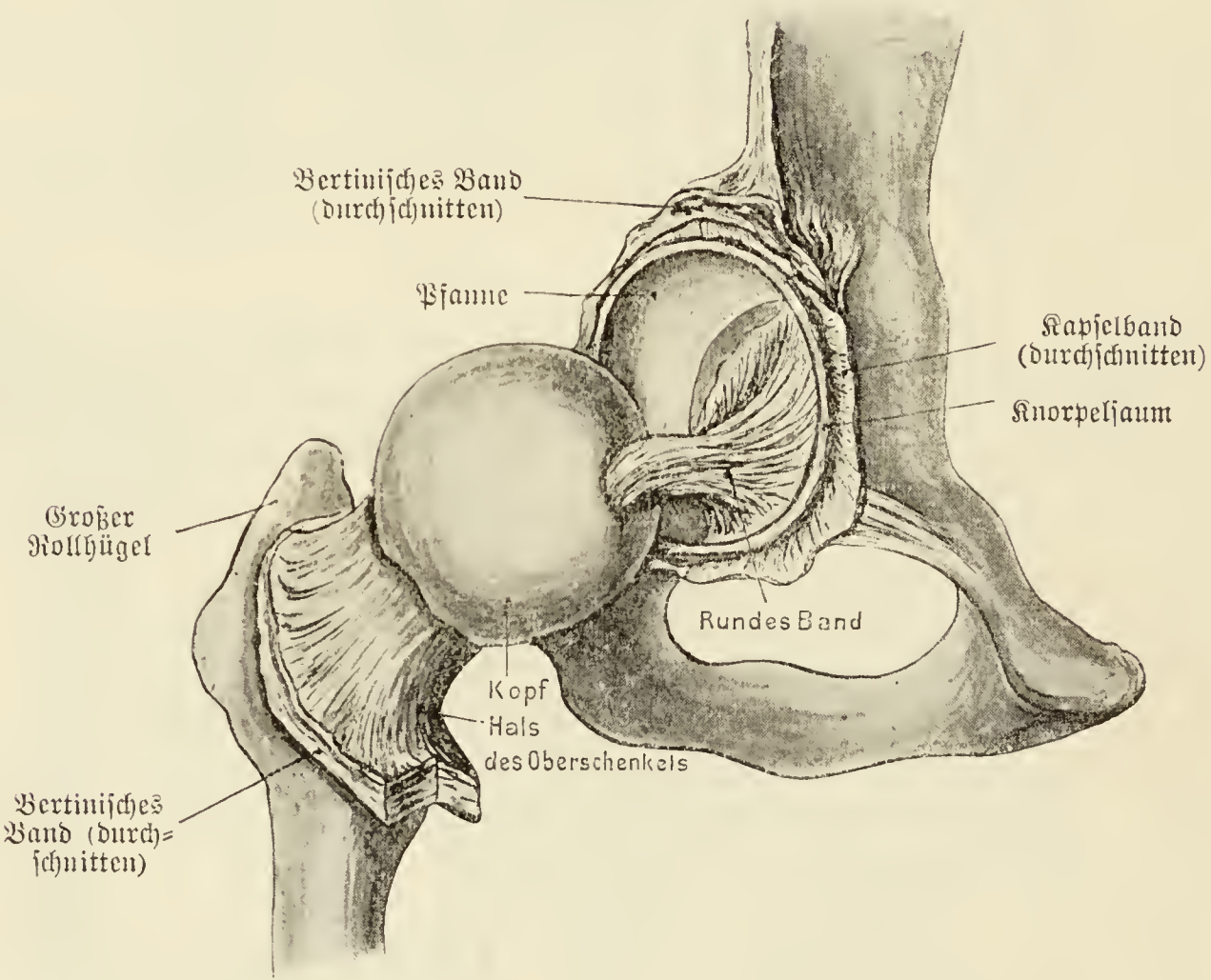


Fig. 140. Geöffnetes Hüftgelenk.

Das Bertinische Band ist das dickste Band des Körpers, dicker als Achillessehne und Kniescheibenband. Es entspringt vom unteren vorderen Darmbeinstachel, und geht in dreieckiger Form zu der die Rollhügel vorne verbindenden Knochenleiste. Ein Teil des Bandes umgreift in zwei sich hinten vereinenden Schenkeln den Hals des Oberschenkels wie eine umgelegte Schlinge (Webersches Ringband).

Das Bertinische Band hat für die aufrechte Stellung und den aufrechten Gang des Menschen besondere Wichtigkeit. Ohne daß es Beugung oder Drehung im Hüftgelenk hemmt, beschränkt es die Streckung in demselben und verhindert das Hintenüberkippen des Rumpfes.

Beim Rumpfbeugen vorwärts beugt sich thatsächlich der Rumpf als Ganzes im Hüftgelenk zu den feststehenden, im Knie stark gestreckten — „durchgedrückten" —

Beinen. Dazu kommt, wenn die Beugung so weit gehen soll, daß mit den Fingerspitzen die Füße berührt werden, noch Beugung des Kopfes, sowie der Hals- und der Lendenwirbelsäule (Fig. 141). Beim Rumpfbeugen rückwärts sind es dagegen nur Kopf und Wirbelsäule, die eine Biegung erfahren, während das Becken durch die gespannten Bertinischen Bänder gehindert wird, sich zwischen den Schenkelköpfen nach hinten zu drehen. Der Rumpf hängt gewissermaßen an den Bertinischen oder Darmbeinschenkelbändern, und wird durch dieselben gehindert, nach rückwärts umzukippen (Fig. 142).

Fig. 141.

Fig. 142.

Ungezwungen wird dieser Vorteil, wie bereits früher gezeigt, beim bequemen Stehen, der „bequemen Haltung" ausgenützt. Auch hier hängt oder balanciert das Gewicht des Rumpfes am Bertinischen Bande, so daß besondere Muskelthätigkeit zum Halten des Rumpfes entbehrt werden kann. —

Schlaffheit der Bänder.

Bekanntlich giebt es Menschen, bei welchen die Gelenkbänder teils durch Naturanlage, teils durch unablässige entsprechende Übung in früher Kindheit außergewöhnlich dehnbar werden. Ein bekanntes Kunststück solcher „Schlangenmenschen" besteht darin, den Rumpf derart zurückzubringen, daß der Kopf von hinten her zwischen die Beine gebracht werden kann. Hier ist denn auch das Bertinische Band weit schlaffer und nachgiebiger, als gewöhnlich. Aber auch abgesehen von derartigen Ausnahmefällen, so sind die Unterschiede in der Straffheit der Bänder nicht unbeträchtlich. Übungen, z. B. wie das Stabwinden, werden dem einen Turner leicht, dem andern gelingen sie nur unter schmerzhafter Anstrengung. Im letzteren Falle ist der Nutzen einer solchen Übung mindestens fragwürdig. In gleicher Weise macht sich die größere oder geringere Straffheit der Bänder am Handgelenk bemerkbar beim Hiebfechten, sowie beim Stoßfechten. —

Rundes Band.

Ein weiteres wichtiges Band des Hüftgelenkes ist das früher bereits genannte, innerhalb des Gelenkes gelegene runde Band, welches vom Einschnitt des Pfannenrandes zur Grube des Gelenkkopfes gehend, letzteren an die Pfanne heftet.

Wirkung des äußeren Luftdrucks auf das Hüftgelenk.

Wie geht es nun zu, daß das Hüftgelenk, ohne frühzeitig abgenützt zu werden, oder durch Heraustreten des Kopfes aus der Gelenkverbindung seinen Zusammenhalt zu verlieren, trotz stetiger Körperbelastung in so hervorragender Weise Festigkeit mit Gelenkigkeit verbindet? Beim Nußgelenk der Mechaniker müssen die Ränder des Gelenklagers die Kugel des Gelenkes über den Äquator derselben hinaus umfassen, d. h. die Vertiefung des Gelenklagers oder der Pfanne muß mehr als 180^0 betragen, sonst fällt die Gelenkkugel einfach aus der Pfanne heraus. Die knöcherne Pfanne des menschlichen Beckens hat aber nicht einmal eine Vertiefung von 180^0; erst der Faserknorpelring vertieft die Pfanne derart, daß der Kopf mit $^2/_3$ seiner Kugeloberfläche umfaßt wird. An sich ist aber dieser Knorpelring zu schwach, um den Kopf dauernd im Gelenk zurück zu behalten. Das Gewicht des Beines — etwa 10 Kilogramm beim Erwachsenen — würde ihn bald abnutzen. Auch der Bandapparat ist es nicht, der den Kopf festhält, denn man kann an der Leiche die Gelenkkapsel rundum durchschneiden, ohne daß der Kopf aus dem Gelenk herausfällt. Mithin ist noch eine andere zusammenhaltende Kraft vorhanden: und das ist der äußere Luftdruck.

Man denke sich einen Hohlcylinder, der oben kuppelförmig geschlossen ist. In

diesen sei unten ein Kolben mit kugelförmigem Kopf (Fig. 143) eingeführt, der ganz genau in den Cylinder paßt, so daß sein Äquator rundum luftdicht abschließt. Pumpt man nun durch eine Öffnung in der Kuppel mittels einer an dem Rohr a angebrachten Luftpumpe die Luft im Cylinder über dem Kopfe aus, so steigt letzterer in die Höhe und füllt schließlich die Kuppel luftdicht aus. Dreht man nun den Hahn b zu, so daß die Luft dauernd abgeschlossen bleibt, so beharrt der Kopf in der Kugel, auch wenn man den Cylinder bis zum Äquator der Kugel entfernt. Befände sich an dem abgeschnittenen Cylinderrande ein Gummiring, so würde sich dieser, infolge des äußeren Luftdruckes, rundum wie ein Ventil an den Kopf legen — entsprechend dem Ring von Faserknorpel am Hüftgelenk.

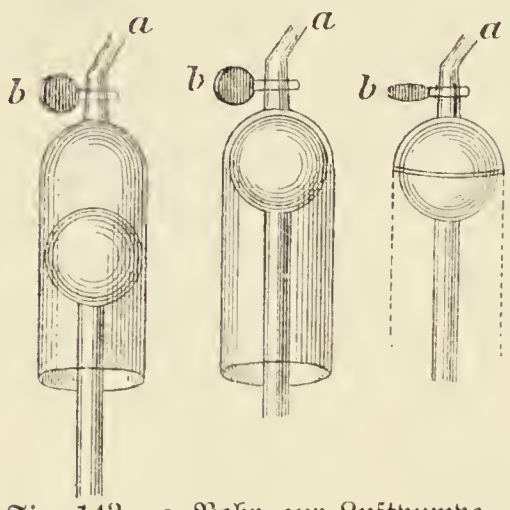


Fig. 143. a Rohr zur Luftpumpe. b Hahn.

Öffnet man jetzt den Hahn oder — um die Verhältnisse auf das Hüftgelenk zu übertragen — bohrt die Pfanne an, so daß Luft zwischen Kopf und Pfanne eintritt, so wird der Kopf und damit der ganze Schenkel nur noch vom Faserknorpelring getragen, und fällt hinaus, sobald der Ring durchschnitten wird, oder zu schwach ist, um dauernd dies Gewicht zu tragen. Bringt man den Schenkel zurück, den Kopf wieder in seine Lage, und hält dann das Bohrloch zu, sodaß luftdichter Verschluß wieder vorhanden ist, so bleibt der Kopf im Gelenk; öffnet man neuerdings, so stürzt er wieder hinaus.

„Das schwebende Bein, so heißt es in dem klassischen Werke der Gebrüder Weber: „Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge“ (1836), hängt also am Rumpfe, bloß gehalten und getragen durch den Druck der atmosphärischen Luft, und kann nur herabfallen, wenn dieser Druck vermindert oder der luftdichte Verschluß zwischen Schenkelkopf und Beckenpfanne aufgehoben wird.“

Nach der Berechnung der Gebrüder Weber übertrifft aber die Größe der Kraft, mit welcher der Luftdruck auf das Hüftgelenk wirkt, um ein geringes das Gewicht des Beines, hält mithin dem Gewicht des Schenkels im Pfannengelenk vollkommen das Gleichgewicht. Der Schenkel kann dadurch bei seinen Bewegungen wie ein Pendel ohne Reibung schwingen.

Auf die entsprechende Theorie des menschlichen Ganges, wonach die Bewegungen des Schenkels beim Gehen den Gesetzen der Pendelschwingungen folgen, werden wir später zurückkommen.

§ 55. Bewegungen im Hüftgelenk.

Bewegungen im Hüftgelenk.

Da das Hüftgelenk ein freies Gelenk, wie das Schultergelenk, so ist auch seine Beweglichkeit eine allseitige.

Für die turnerische Betrachtung sind einzelne Hauptbewegungen hervorzuheben:

Beugen und Strecken im Hüftgelenk.

A) Beugen und Strecken um eine quere für beide Gelenke übereinstimmende Achse. Es ist dies die wichtigste Bewegung, welche für das Stehen, Gehen, Steigen, Laufen, Springen usw. am meisten in Betracht kommt. Dabei ist zu unterscheiden:

1. Der Rumpf behält seine Stellung und die Schenkel werden gegen den Rumpf gebeugt (turnerisch: „Beinheben“) oder gestreckt („Beinsenken“).

2. Die Beine stehen unbeweglich fest und der Rumpf wird gegen den Schenkel gebeugt oder gestreckt („Rumpfbeugen vorwärts und rückwärts“).

3. Sowohl Rumpf wie Beine werden gegeneinander bewegt (z. B. beim Sprung) (Fig. 144—146).

Die Querachse, welche durch beide Hüftgelenke gelegt ist, tritt am oberen Rand des großen Rollhügels heraus und giebt zugleich die größte Hüftbreite an. Dieser

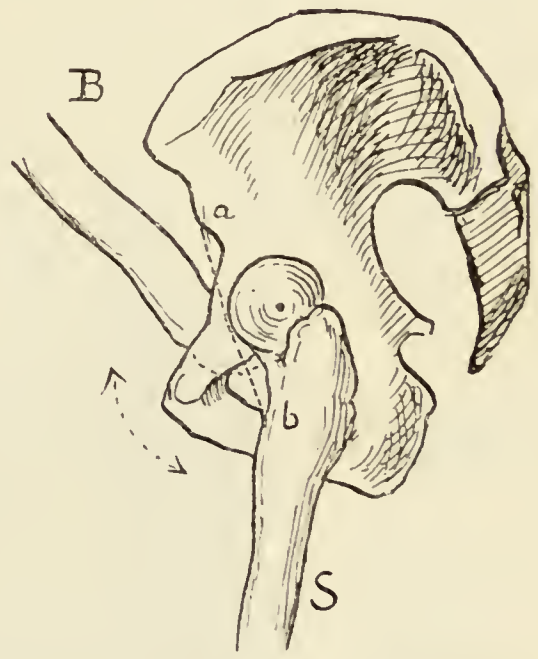
I II III

Fig. 144—146. I Beugung des Schenkels gegen den Rumpf. II Beugung des Rumpfes gegen den Schenkel. III Beugung des Rumpfes und des Schenkels gleichzeitig.

Punkt — oberer Rand des großen Rollhügels — behält daher beim Strecken und Beugen seine Lage zum Becken unverändert bei. Er liegt in einer Linie, welche vom oberen vorderen Darmbeinstachel zum Sitzknorren gezogen wird.

Der Spielraum der Bewegung des Beugens und Streckens beträgt $1^1/_2\,\mathrm{R} = 135^0$ (Fig. 147).

Gänzlich kann dieser Spielraum nur ausgenützt werden, wenn der Beugung in der Hüfte sich die Beugung im Knie zugesellt: das gestreckte Bein kann höchstens bis zu einem rechten Winkel, also zur Wagrechthaltung gehoben werden. Die an der Rückseite des Oberschenkels gelegenen, vom Sitzknorren zum Unterschenkel gehenden Beugemuskeln des Knies verhindern durch ihre Spannung ein weiteres Beugen oder Heben des Schenkels. Erst wenn durch Beugung im Knie diese Muskeln entspannt sind, kann der Schenkel soweit gebeugt oder gehoben werden, daß die Fläche des Schenkels den Unterleib berührt.



Beugung.

Fig. 147. B Beugung. S Streckung im Hüftgelenk; a b Richtung des Bertinischen Bandes.

Die Streckung des Schenkels („Rückwärtsbeugen des Beins") oder des Rumpfes („Rückwärtsbeugen des Rumpfes") wird begrenzt durch das sich spannende Bertinische Band. Deswegen kann auch bei aufgerichtetem Rumpfe das Bein rückwärts nur wenig gehoben werden — höchstens bis zu 30°. — Soll die Hebung weiter gehen, bis zur Horizontalen etwa, so folgt der ganze Rumpf dem Zuge des Bertinischen Bandes, und beugt sich nach vorwärts, so daß Rumpf und rückwärts gehobenes Bein gewissermaßen ein starres Ganze bilden, welches um eine in der Mitte, im Hüftgelenk gelegene Achse, sich dreht (s. o. Fig. 57).

B) An- und Abziehen des Schenkels (turnerisch: „Bein seitwärts heben und senken" und „kreuzen"). Der Spielraum dieser Bewegung ist nahezu ein rechter Winkel $= 90^0$. In der aufrechten gestreckten Stellung kann nur das Abziehen

An- und Abziehen.

(Bein seitwärts heben) bis zum halben rechten Winkel ausgeführt werden. Nicht jedoch das Anziehen, wobei das bewegte Bein am Standbein zum Kreuzen der Beine vorüber bewegt wird. Im Stand kann so nur die eine Kniescheibe über die andere gebracht werden, so daß die Unterschenkel allein sich kreuzen (Fig. 148). Erst in der halbgebeugten Stellung des Sitzens können auch die Oberschenkel übereinander gebracht werden und sich kreuzen.

Fig. 148.

Bei feststehendem Bein kann auch umgekehrt das Becken und mit ihm der Rumpf gegen den Schenkel an- und abgezogen werden („seitwärts Rumpfbeugen").

Roll-bewegung.

C. Die Rollbewegung des Beins („auswärts- und einwärtsdrehen") um die vom Drehpunkt des Gelenks im Innern des Beins verlaufende Achse. Der Umfang auch dieser Bewegung — er beträgt nahezu einen rechten Winkel — kann ganz nur in Halbbeugung des Schenkel ausgenutzt werden.

Bei fixiertem Bein kann umgekehrt das Becken um dieselbe Achse eine Rollbewegung ausführen.

§ 56. Knochen des Unterschenkels.

Knochen des Unterschenkels.

Die langen Knochen des Unterschenkels sind das Schienbein und das Wadenbein, dazu kommt noch die Kniescheibe.

1. Das Schienbein.

Schienbein.

Das Schienbein (Tibia oder Flötenbein, da der Knochen an die Form einer Schalmei erinnert, deren Mundstück der Knöchel ist) ist der weitaus stärkere der beiden langen Unterschenkelknochen, an Dicke und Gewicht das Wadenbein um das vierfache übertreffend.

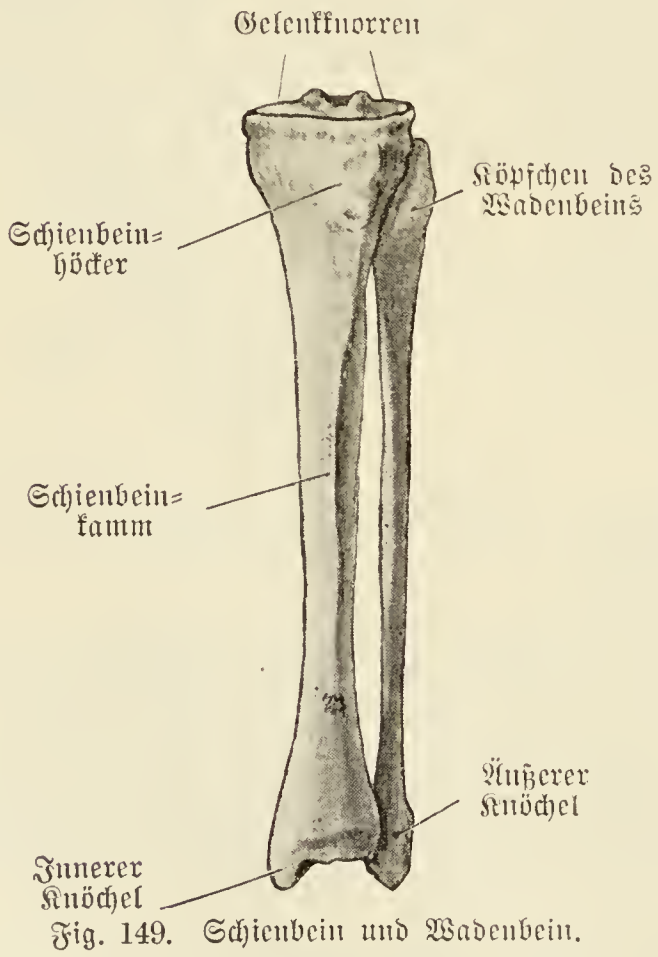


Fig. 149. Schienbein und Wadenbein.

Das Mittelstück ist eine dreikantige Säule. Vorn befindet sich der scharfe Schienbeinkamm, durch die hier dünne und gespannte Haut, weil unbedeckt von Muskelfleisch — Verletzungen und Geschwüre heilen hier besonders schwer zu — gut fühlbar und sichtlich. Am Beginn des Kammes ist oben ein rauher Höcker: Ansatz der Sehne des großen vierköpfigen Schenkelstreckers. An der hinteren Fläche die schief von außen und oben nach unten und innen verlaufende Kniekehlenlinie.

Das dicke überknorpelte obere Ende zeigt die beiden seitlich vorspringenden Gelenkknorren, in der Mitte getrennt durch eine rauhe Leiste, an welche sich die im Kniegelenk liegenden Kreuzbänder heften. An der äußeren Seite, nach hinten zu ist eine kleine Gelenkfläche zur Verbindung mit dem Wadenbein.

Am unteren Ende ist eine viereckig gestaltete Gelenkfläche zur Verbindung mit dem Sprungbein, die nach innen auf einen kurzen starken Fortsatz, den innern Knöchel übergeht (Fig. 149).

2. Das Wadenbein.

Das Wadenbein.

Ähnlich wie am Unterarm die Speiche, ist auch beim Unterschenkel das Wadenbein zwar gleich lang wie sein Nebenknochen, jedoch tiefer gestellt. Das obere Endstück reicht daher nicht an den Oberschenkelknochen heran, und nimmt an der Bildung des Kniegelenks nicht teil. Es endet mit dem Köpfchen, welches an den äußeren Gelenkknorren des Schienbeins sich anlegt. Das Mittelstück ist vierkantig, die vordere Kante besonders scharf. Das untere Endstück bildet den äußeren Knöchel, der nach innen (ebenso wie der innere Knöchel) überknorpelt ist, zur gelenkigen Verbindung mit dem Sprungbein. Dies wird also von Schien- und Wadenbein mit ihrem Knöcheln wie von den beiden Zinken einer Gabel umfaßt.

Schien- und Wadenbein sind so gut wie unbeweglich verbunden: a) oben durch das straffe Schienbein-Wadengelenk; b) in der Mitte durch das Zwischenknochenband; c) unten durch vordere und hintere Knöchelbänder.

3. Die Kniescheibe.

Kniescheibe.

Die Kniescheibe ist eine abgerundete Knochenplatte von Kastanien- oder Herzförmiger Gestalt. Die vordere Fläche ist rauh, die hintere in zwei glatten nebeneinanderliegenden Gelenkflächen überknorpelt. Die Kniescheibe ist fest eingelassen in die starke Sehne des vierköpfigen Schenkelstreckers.

§ 57. Das Kniegelenk.

Das Kniegelenk.

Das Kniegelenk ist das mächtigste Scharnier des Körpers. In Bau und Verrichtung in manchem Betracht ähnlich dem Ellbogengelenk, zeigt es doch auch durchgreifende Verschiedenheiten, welche darin beruhen, daß im Ellbogen die Beweglichkeit, im Knie die Tragfähigkeit vorzugsweise zu berücksichtigen waren.

Während im Ellbogengelenk zur Beugung und Streckung zwischen Oberarm und Elle noch die Achsendrehung der Speiche als wichtige Bewegung hinzukam, ist im Kniegelenk das der Speiche des Arms entsprechende Wadenbein fest an das Schienbein angeheftet. Die geringe aber nur bei gebeugtem Knie mögliche Achsendrehung des Unterschenkels (Einwärts- und Auswärtswendung) wird allein vom Schienbein ausgeführt.

Beim Ellbogengelenk wird der Umfang der Streckung über die Gerade hinaus beschränkt durch den Hakenfortsatz der Elle, der sich gegen den Oberarmknochen stemmt; beim Kniegelenk durch Bänder: die Kreuzbänder im Innern des Gelenks.

Dem Hakenfortsatz entspricht die nun zum selbständigen Knochen gewordene Kniescheibe: nur daß die Kniescheibe sich an der eigentlichen Gelenk-

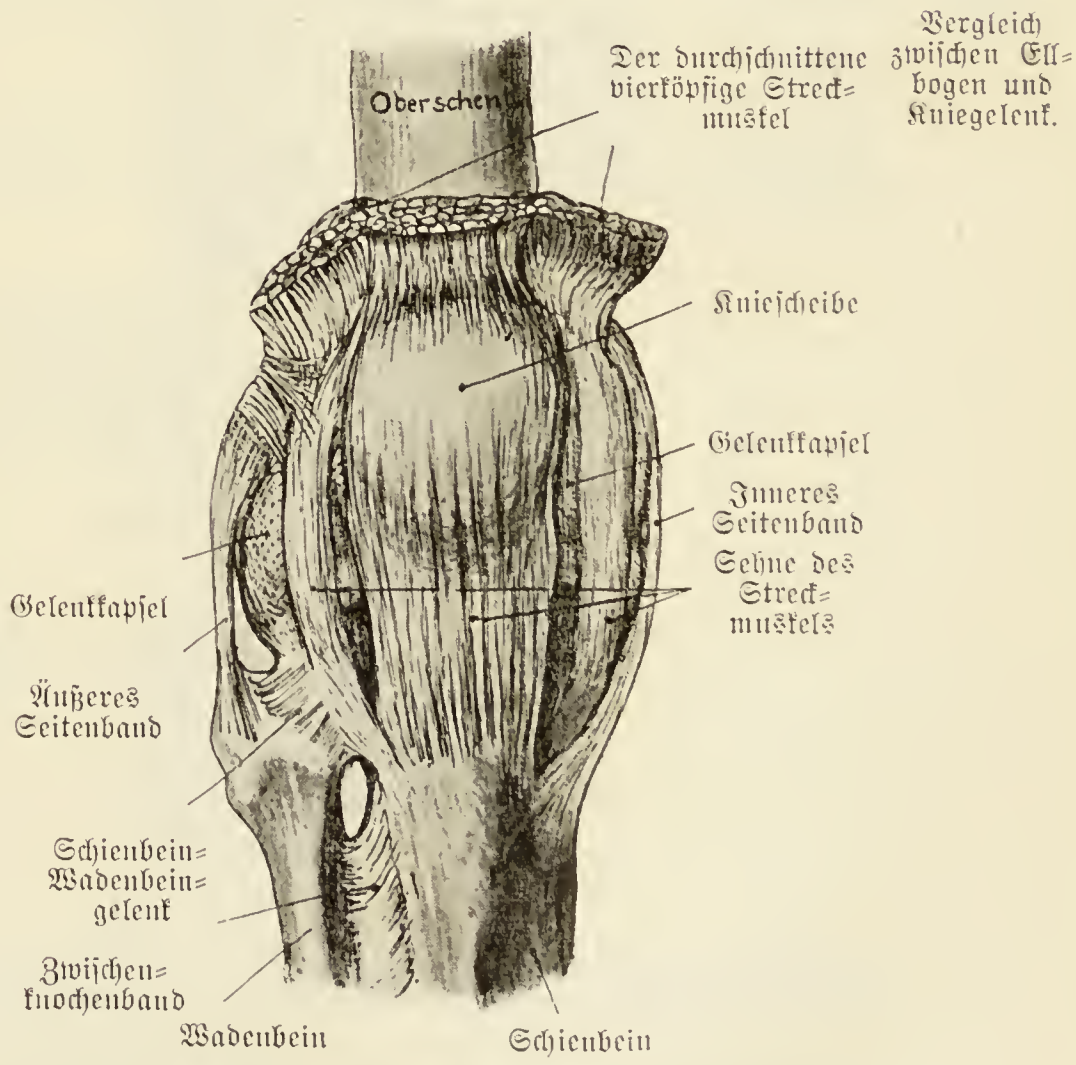


Fig. 150. Kniegelenk von vorne; die Kniescheibe in ihrer Lage erhalten.

verbindung nicht beteiligt, sondern lediglich nur Leitknochen für die Lage der Streckſehne während der Bewegung des Kniegelenks iſt, und zugleich wie ein Schild den Spalt des Gelenks von vorn her ſchützt.

Am geſtreckten oder nur ganz leicht gebeugten Bein bildet die Knieſcheibe deutlich vortretend den Gipfel des Knies. Nähert ſich die Beugung einem rechten Winkel, ſo ſpringt die Knieſcheibe mit ihren Rändern nicht mehr vor — ſondern es iſt die Gelenkrolle des Oberſchenkels, welche vortritt und das Relief des Knies beſtimmt. —

Bänder des Kniegelenks.

Kein Gelenk des Körpers hat einen ſo verwickelten Bandapparat; er iſt bedingt durch die beſonderen Aufgaben, denen das Kniegelenk zu genügen hat.

Die Bänder und Teile des Kniegelenks ſind folgende:

Gelenkkapſel.

1. Die das ganze Gelenk umſchließende Gelenkkapſel, dünnwandig und weit (Fig. 150).

Seitenbänder.

2. Zwei verſtärkende Seitenbänder, welche ſeitliche Ausbiegungen verhüten, und bei geſtrecktem Knie die Gelenkflächen feſt zuſammenhalten, während ſie bei gebeugtem Knie eine (geringe) Ein- und Auswärtswendung des Unterſchenkels — nicht zu verwechſeln mit Ein- und Auswärtswendungen des Fußes — ermöglichen.

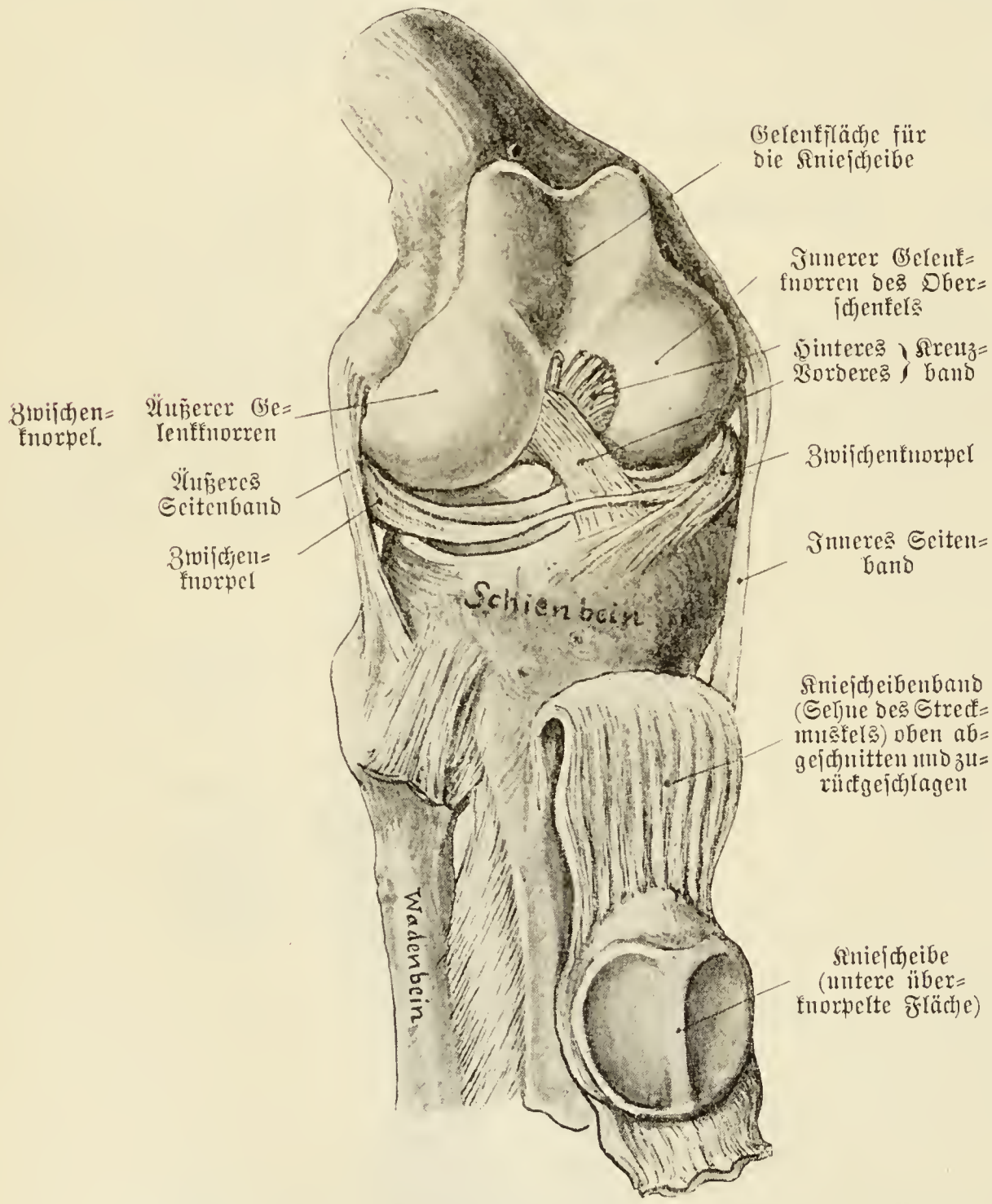


Fig. 151. Vordere Anſicht des Kniegelenks. Die Sehne des vierköpfigen Streckers durchtrennt und mit der Knieſcheibe hinabgeſchlagen.

Das äußere Seitenband geht vom äußern Oberſchenkelknorren zum Köpfchen des Wadenbeins, das innere vom inneren Knorren zur inneren Kante des Schienbeins (Fig. 151).

3. Die halbmondförmigen Zwiſchenknorpel. Dieſelben liegen im Gelenk, zwiſchen den Gelenkknorren als zwei halbmondförmige Knorpelplatten, die am äußeren konkaven Rand dicker, nach der Mitte zu dünner werden. Der innere dieſer Knorpel iſt nicht ſo ſtark gekrümmt wie der äußere. Die Zwiſchenknorpel verhüten die Abnutzung des ſo außerordentlich belaſteten und in Anſpruch genommenen Gelenks; ſie bilden elaſtiſche Zwiſchenpolſter, Puffer, um die Gewalt der Stöße beim Aufſpringen, Laufen, harten Auftreten und dergleichen abzuſchwächen; ſie verhindern die Einſtülpung und Quetſchung der dünnen Gelenkkapſel, die ſich ſonſt leicht zwiſchen die preſſenden Gelenkknorren klemmen könnte; ſie vergrößern die Berührungsflächen der Gelenkknorren und vermehren dadurch den Zuſammenhalt des ganzen Gelenks.

4. Zwei Kreuzbänder ebenfalls innerhalb des Gelenks. Dieselben gehen von den rauhen einander zugekehrten Flächen der beiden Oberschenkelknorren zu den rauhen Gruben vor (vorderes Kreuzband) und hinter (hinteres Kreuzband) der Er- Kreuzbänder.

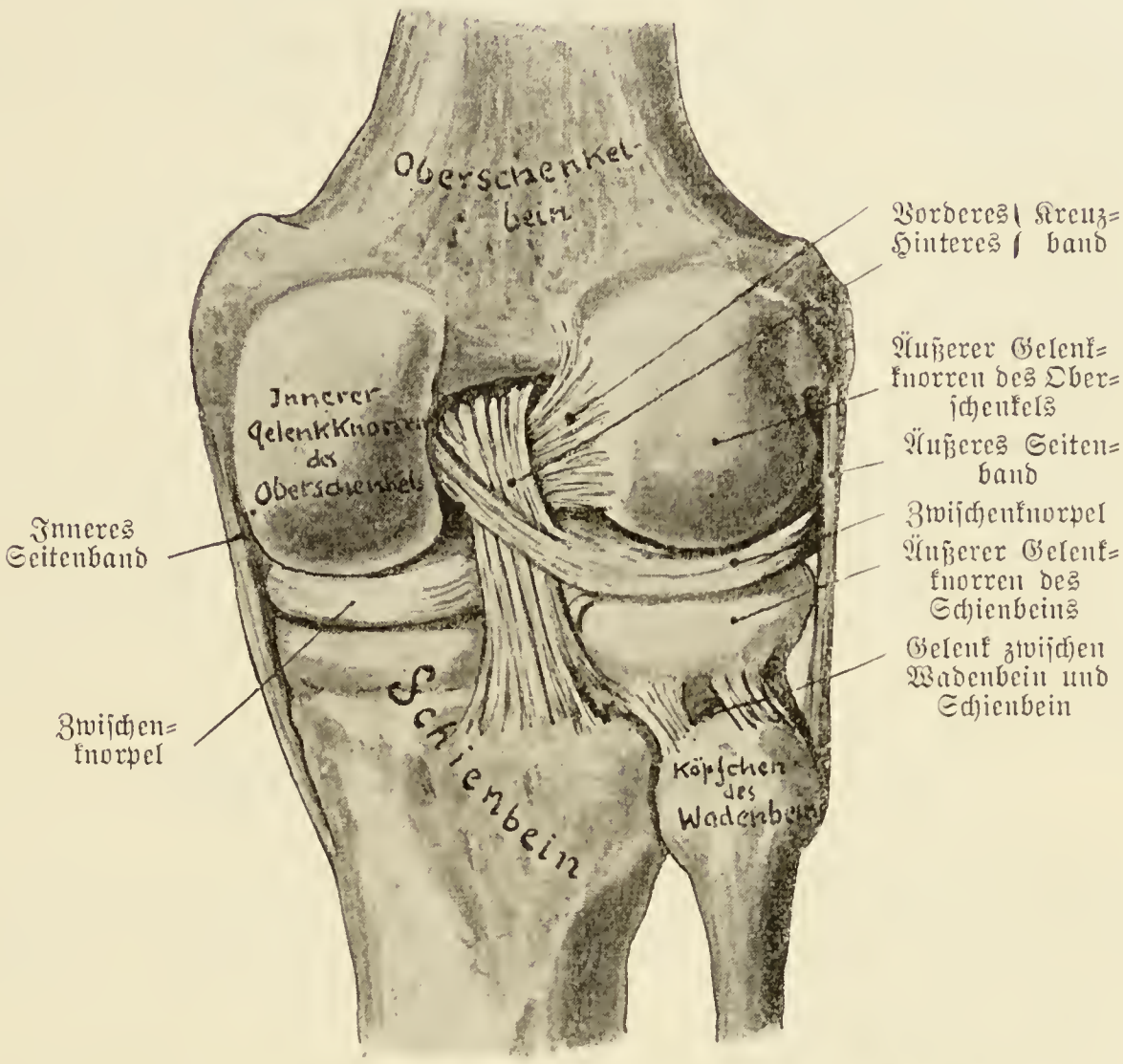


Fig. 152. Hintere Ansicht des Kniegelenks nach Entfernung der Gelenkkapsel.

habenheit auf der Gelenkfläche des Schienbeins. Die beiden Bänder kreuzen sich wie die Schenkel eines X, jedoch ist das hintere kürzer und fast senkrecht gerichtet (Fig. 152).

Das hintere dieser starken Bänder wird bei Streckung im Kniegelenk gespannt und macht eine Überstreckung des Gelenks (Einknickung oder Durchdrücken des Knies nach hinten) unmöglich. Da dieses Band von Jugend an beim Liegen bis zur vollständigen Streckung des Beins gedehnt wird, so ist es nie zu kurz, und der Oberschenkel steht zum Unterschenkel in Streckung wenigstens im Winkel von 180°, d. h. beide bilden dann wenigstens eine gerade Linie. Ist das Band aber etwas länger, gewährt es mehr Spielraum, so können die Kniee nach hinten mehr „durchgedrückt" werden (Fig. 153).

Fig. 153. Durchgedrücktes Knie. Die Lage des hemmenden hinteren Kreuzbandes durch punktierte Linie angedeutet.

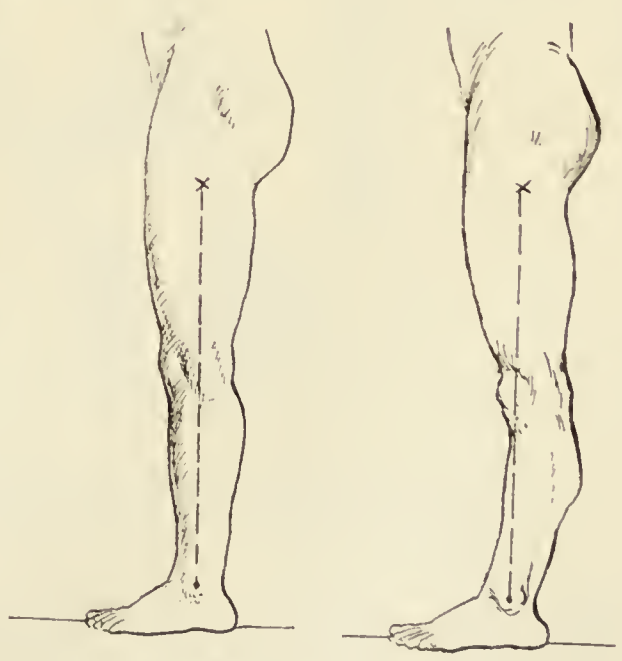


Fig. 154 u. 155.

Den Grad der Fähigkeit, die Kniee durchzudrücken, ermittelt man, wenn man außen am Bein die Mitte der größten Breite des Oberschenkels bezeichnet, und von hier eine gerade Linie hinab nach dem äußeren Knöchel zieht. Diese Linie muß durch die Mitte des Knies gehen, wenn Ober- und Unterschenkel sich nicht weiter als zu einer graden Linie strecken lassen. Je mehr aber die Linie nach vorn gegen die Kniescheibe hin fällt, um so mehr ist das Kreuzband zu lang, und der nach hinten offene Winkel zwischen Ober- und Unterschenkel ist größer als 180^0 oder 2 R (Fig. 154 und 155).

Synovialhaut.

5. Die Gelenk- oder Synovial-Haut, welche hier wie an allen Gelenken die innere Fläche der Gelenkkapsel überkleidet, hat beim Kniegelenk noch besondere Ausstülpungen nach oben, unten und zur Seite. Außerdem befinden sich seitlich der Kniescheibe zwei mit Fett gefüllte Einstülpungen oder Falten, weiche Polster für das Knie beim Knieen darstellend, die auch in der äußeren Form des Kniees sich deutlich ausdrücken. Bohrt man durch die Kniescheibe ein Loch und stecket ein Röhrchen hindurch, so kann man durch dasselbe mittels einer Spritze all diese Hohlräume und sackartigen Ausbuchtungen ausfüllen. Das Knie erhält dadurch eine unförmliche Gestalt: ähnlich der, welche bei Entzündungen, Verletzungen und dergl. durch Ansammlung von Flüssigkeit (Wasser, Blut, Eiter) so schnell eintritt.

§ 58. Bewegungen im Kniegelenk.

Bewegungen im Kniegelenk.

A) Die Hauptbewegung ist: Beugung und Streckung (Fig. 156 u. 157), und zwar spielt sie zwischen geradliniger Streckung und spitzwinkeliger Beugung, einem Winkel, der etwa 160^0 beträgt. Die Beugung geht — wenn die Schenkel nicht

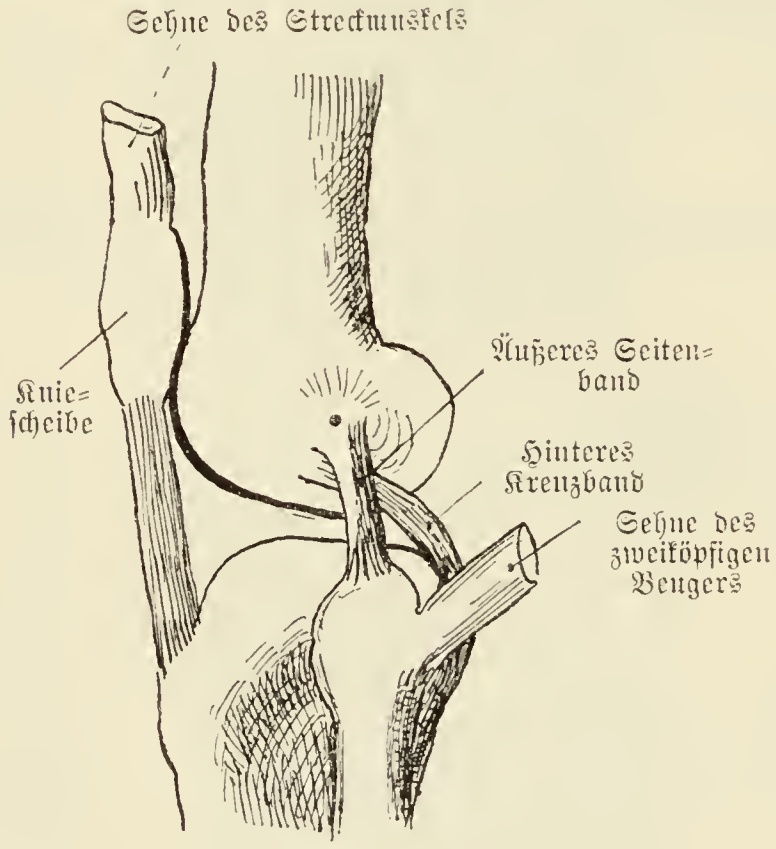


Fig. 156. Kniegelenk in Streckung. (Die Gelenkachse durch einen schwarzen Punkt bezeichnet.)

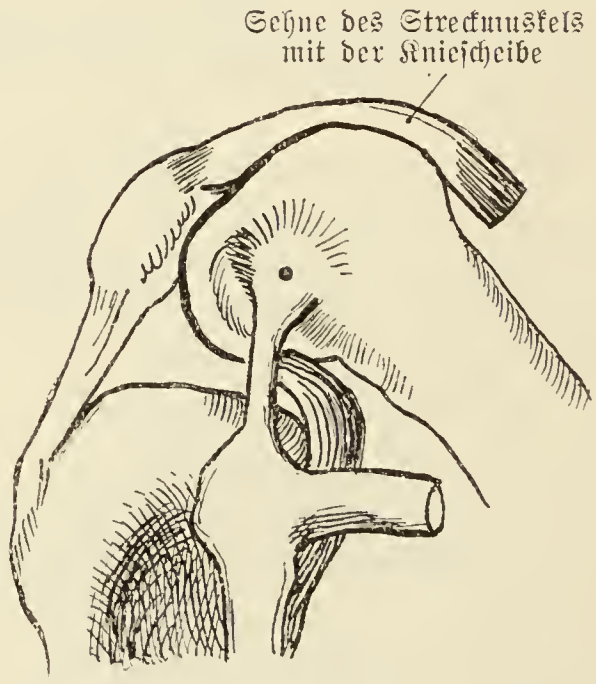


Fig. 157. Kniegelenk in starker Beugung.

übermäßig dick und fettreich sind — so weit, daß die Ferse den Sitzhöcker berührt. Diese äußerste Beugung kann jedoch nicht aktiv durch entsprechende Zusammenziehung der Beugemuskeln vollzogen werden, die in solchem Maße unmöglich sich verkürzen können, sondern nur dadurch, daß entweder aktiv dem Unterschenkel eine schnellende

Bewegung durch die Beuger mitgeteilt wird, welche die Ferse bis zur Berührung des Gesäßes schlendert (z. B. „Anfersen" beim Lauf vorwärts oder beim sogenannten Lauf auf der Stelle), oder daß passiv der Unterschenkel gegen den Oberschenkel gebeugt wird, etwa mit Hilfe der Armkraft oder durch Belastung mit der Schwere des Körpers. Letzteres ist der Fall bei kauernder oder hockender Stellung (tiefste Hocke Fig. 158). Namentlich der Afrikaner hockt mit Vorliebe auf seinen Fersen. — Bei vollkommener Streckung führt der Unterschenkel mit der Fußspitze stets eine kleine Drehung nach außen von selbst aus; bei der Beugung dreht sich dann das Schienbein von selbst wieder nach innen. Bei völlig gestrecktem Bein steht daher der Fuß naturgemäß etwas nach auswärts gerichtet auf. Gehen mit geradeaus gerichteten parallelen Fußachsen, wie dies die Gangart der Indianer sein soll und wie es neuerdings von einem französischen Militärarzt als besonders zweckmäßige Gangart empfohlen wurde, kann deshalb nur mit halbgebeugtem („krummem") Knie ausgeführt werden, wenn anders der Gang kein anstrengender und gezwungener sein soll.

Fig. 158. Sogenannter Paris vom Giebelfeld des Tempels zu Ägina.

B) Rollung oder Ein- und Auswärtsdrehung des Schienbeins. Diese Bewegung findet statt zwischen dem Schienbein und den halbmondförmigen Knorpelscheiben, während Beugung und Streckung zwischen letzteren und dem Oberschenkel sich vollzieht. Bei gestrecktem Knie ist diese Bewegung nicht ausführbar, des Widerstands der Seitenbänder wegen; wohl und am besten ausführbar ist sie bei rechtwinkelig gebeugtem Knie, wo der Spielraum der Bewegung einen halben rechten Winkel $= 45^0$ beträgt.

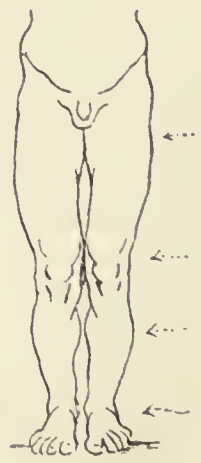
§ 59. Seitliche Stellung der Ober- und Unterschenkel zu einander.

Seitliche Stellung von Ober- und Unterschenkel zu einander.

Parallel nebeneinander gestellte Beine (Grundstellung) sollen sich nach Schadow an vier Punkten berühren:

1. mit der oberen Partie des Oberschenkels;
2. mit den inneren Knorren des Oberschenkels;
3. mit den stärksten Ausladungen der Waden nach innen;
4. mit den innern Knöcheln (Fig. 159).

Nicht immer ist dies der Fall. Wenn die Knorren über dem Kniegelenk sich stark pressen, bei dem Versuch, die Knöchel des Fußes zusammenzubringen, während bei ungezwungenem Nebeneinanderstellen der Beine die Knöchel sich nicht berühren, so bilden Unter- und Oberschenkel einen nach außen offenen Winkel, und es liegt eine fehlerhafte Stellung der Beinknochen im Kniegelenk vor: das X-Bein oder Bäckerbein (genu valgum, Fig. 161). Beim X-Bein ist das innere Seitenband des Kniegelenkes gedehnt; es kann seiner Aufgabe, seitliche Einknickung nach innen zu verhindern, nicht mehr gerecht werden. X-Beine entstehen erfahrungsgemäß bei allen jenen Personen, welche berufsmäßig schon in früher Jugend, wo die Bänder noch mehr dehnbar sind, viel



X-Bein.

Fig. 159.

und anhaltend stehen müssen. So bei Handwerkern wie Bäcker (daher der Name Bäckerbein), Tischler, Drechsler, bei Schreibern, bei Handlungslehrlingen. Die Einführung der „Steharbeit" in den Schulen, wie D. H. Jäger sie verlangt, würde zweifellos das Vorkommen von X-Beinen bei unserer Jugend häufen. — Man hat auch das Tragen von elastischen Strumpfhaltern aus Gummiband, welche an der Außenseite des Strumpfrandes befestigt, zu einem Leibgürtel, zum Unterjäckchen oder zum Korset verlaufen, beschuldigt, die Entstehung von X-Beinen, wenigstens bei

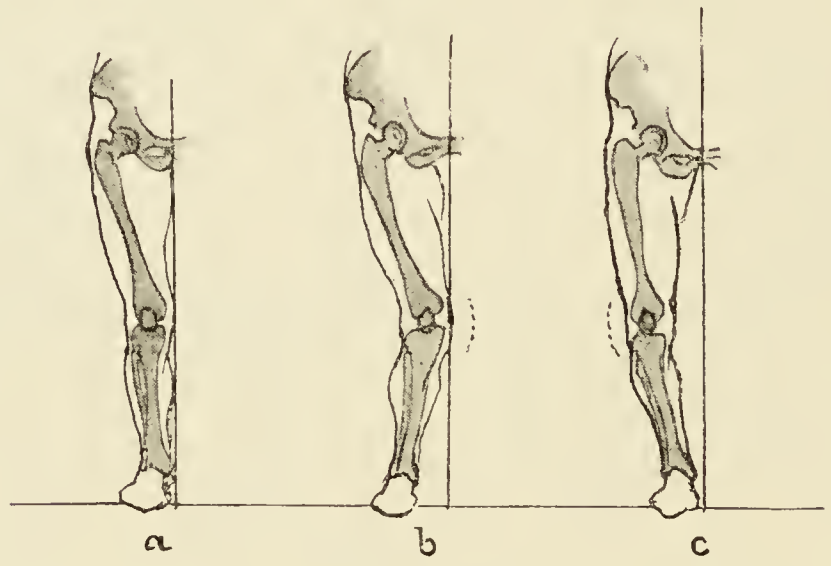


Fig. 160—162. a Normalgestelltes Bein. b X-Bein. c O-Bein.

Fig. 163. Hüftgürtel mit Strumpfhalter und vermeintlicher Einfluß auf die Einbiegung des Knies nach innen.

Kindern mit weichen Knochen (Rhachitis), zu begünstigen (Fig. 163). Bei gesundem Gelenk ist solche Wirkung des leichten elastischen Zuges nicht zu befürchten. Es sei dies betont, da im übrigen diese Befestigungsart für hohe Strümpfe ihre Vorzüge hat, namentlich zur Vermeidung des schädlichen Umschnürens des Beines mit dem Strumpfband unterhalb des Kniees. Denn dieses hinterläßt nicht nur am Bein schließlich eine dauernde, tiefe, ringförmige Furche, sondern erschwert auch vor allem den Blutumlauf im Unterschenkel: Erweiterungen der Blutadern und kalte Füße sind eine Folge davon.

Da beim Weibe die Pfannen am Becken weiter auseinander stehen, so müssen die Oberschenkel, wenn die Unterschenkel senkrecht parallel nebeneinander gestellt werden sollen, stärker nach einwärts gerichtet werden, womit hier die Entstehung von X-Beinen besonders begünstigt wird.

O-Bein. Das genaue Gegenteil der X-Beine ist das O-Bein oder Säbelbein (genu varum), wobei Ober- und Unterschenkel in einem nach innen offenen Winkel zusammenstoßen (Fig. 162). Sind solche Beine nebeneinander gestellt, so berühren sie sich nur an den Fersen, allenfalls noch mit dem obersten Teil der Oberschenkel, wogegen in der Kniegegend die Beine weit auseinanderstehen. — Die O-Beine können entstehen durch allzu frühes Laufen in der ersten Jugend bei noch weichen oder krankhafter Weise zu weichen Knochen. Sie sind namentlich häufig bei kurzen gedrungenen Gestalten, und sind hier vielfach nur vererbt oder überhaupt Rasseneigentümlichkeit. Letzteres soll namentlich bei Reitervölkern (Kosaken, Magyaren) der Fall sein. Zweifellos begünstigt diese Form der Beine das Umklammern des Pferdeleibes — daher das O-Bein auch „Kavalleristenbein" genannt wird. Ein Rekrut mit O-Beinen kann beim Strammstehen gar nicht oder nur mit größter Anstrengung so eben die Kniee nebeneinander bringen — zur Verzweiflung des drillenden Unteroffiziers.

§ 60. Die Knochen des Fußes.

Die Knochen des Fußes teilen sich ähnlich wie bei der Hand ein: in die Knochen der Fußwurzel, des Mittelfußes und der Zehen (Fig. 164). Knochen des Fußes.

A. Fußwurzel.

Fußwurzel.

Der Unterschied des Knochenbaues von Hand und Fuß beruht vor allem in der Größenentwicklung der Wurzelknochen, welche beim Fuß ungleich stärker entwickelt sind. Die Fußwurzel besteht aus sieben Knochen. Dieselben sind aber nicht annähernd gleich groß, wie bei der Hand, auch nicht in Unterschied im Bau von Fuß und Hand.

zwei Reihen zu drei und vier geordnet (das Erbsenbein der Hand ist nur ein Anhängsel und braucht hier nicht mitgezählt zu werden), sondern sie scheiden sich in zwei hintere Knochen, Sprungbein und Fersenbein, die viel größer sind, als alle anderen, und fünf vordere. Weiter erhält das Fußskelett eine besondere Eigentümlichkeit dadurch, daß die beiden ersten Knochen nicht nebeneinander, sondern aufeinander liegen, daß das Sprungbein allein den Unterschenkel trägt, und daß das Fersenbein durch einen starken, nach hinten gehenden Fortsatz, die Ferse oder Hacke, sich auszeichnet. In diesem Betracht sind die Hinterhände der Affen, trotz der Beweglichkeit des Daumens oder vielmehr des Großzehen, anatomisch keine Hände, sondern Füße.

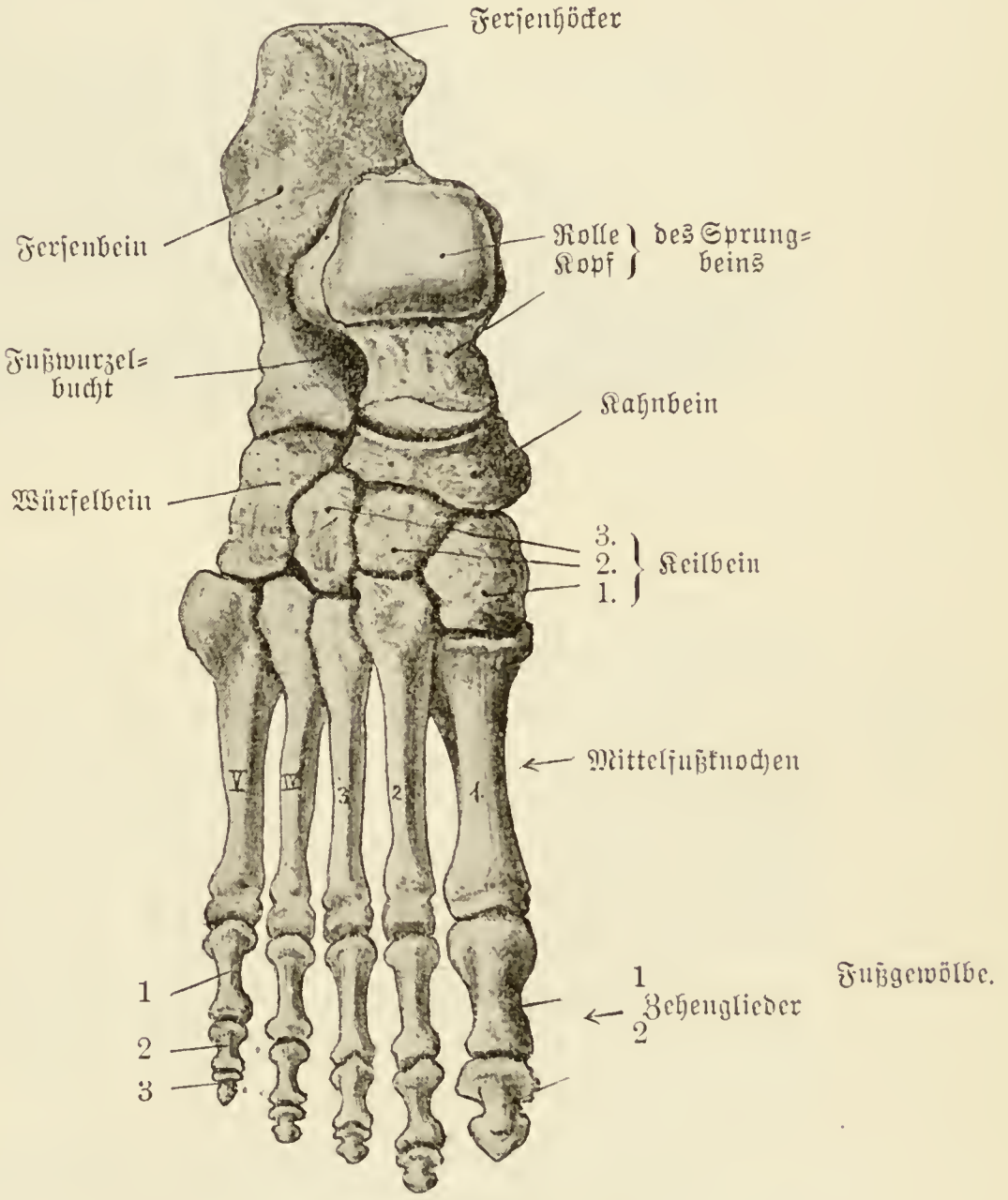


Fig. 164. Fußskelett von oben gesehen.

Der Bau der Fußwurzel bedingt die Spannung des Fußgewölbes, das Merkmal des menschlichen Fußes, welcher den Boden nur an drei Stellen berührt: mit der Ferse, dem Groß- und dem Kleinzehballen (Fig. 165). Säugetiere, welche, wie der Bär, mit der ganzen Sohle auftreten, und gleich dem Menschen „Sohlengänger" sind, haben kein Fußgewölbe, sondern treten platt mit der ganzen Sohle auf; das Fersenbein steht bei solchen Tieren nicht unter, sondern neben dem Sprungbein, gelenkig mit dem Unterschenkel verbunden. — Von den meisten Säugetieren werden nur die Zehen auf den Boden aufgesetzt, sie sind entweder „Zehengänger" (z. B. die Raubtiere) oder, wenn nur das Endglied der Zehen den Boden berührt, „Spitzengänger" (z. B. Pferd und Rind).

1. Das Sprungbein (Talus oder Astragalus = Würfel; ἀστραγαλίζειν bei Homer = Würfelspielen). Das Sprungbein ist der einzige mit dem Unterschenkel verbundene Knochen des Fußes. Es zerfällt in Körper, Hals und Kopf. Sprungbein.

Der Körper ist würfelförmig, hat eine obere große schraubenförmige Gelenkfläche, die seitlich ebenfalls von zwei Gelenkflächen begrenzt ist. Die große obere Gelenkfläche ist gelenkig verbunden mit der unteren Gelenkfläche des Schienbeins, die seitlichen Gelenkflächen mit den inneren Flächen der beiden umfassenden Knöchel.

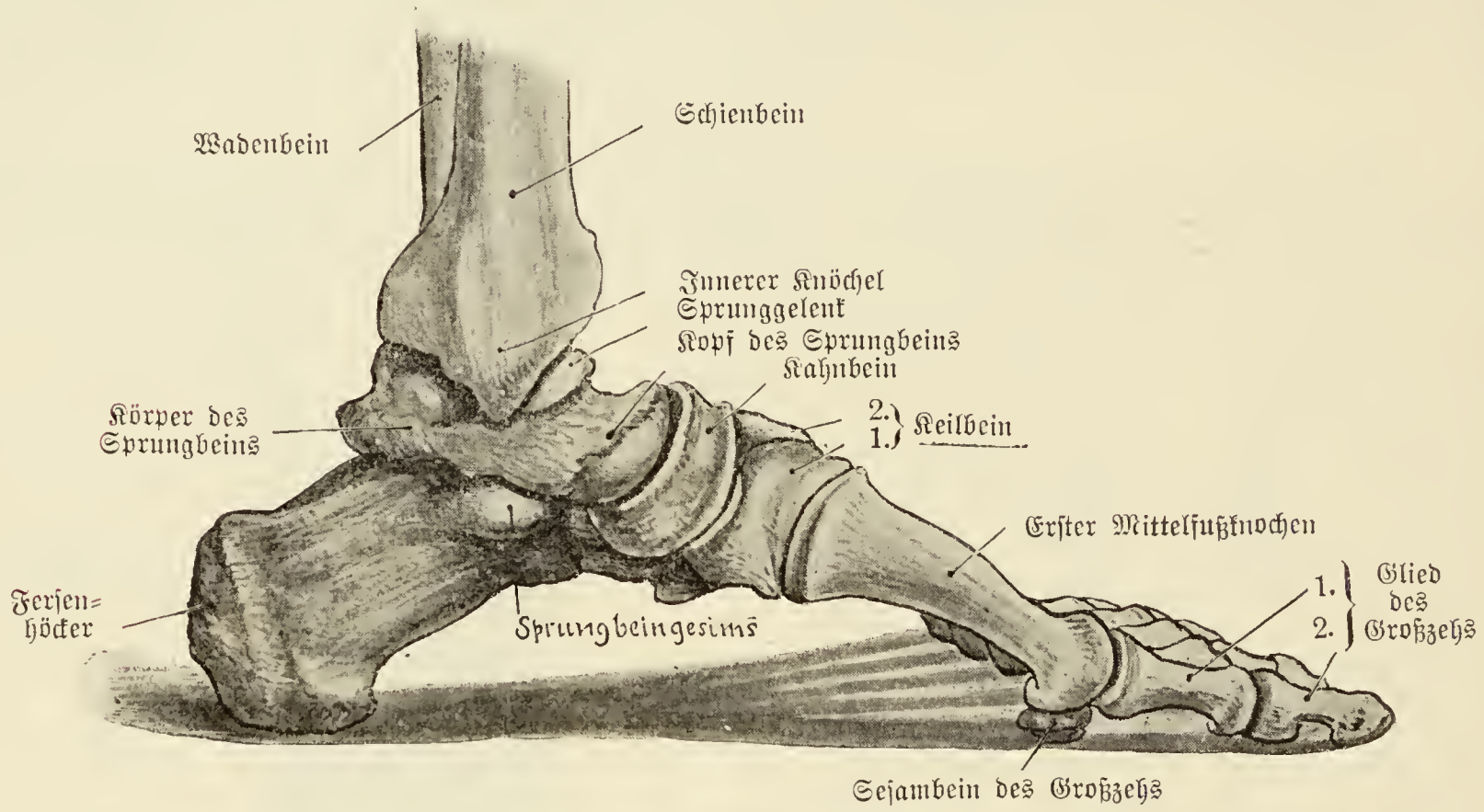


Fig. 165. Fußskelett von innen.

Unten am Körper ist eine ebene Gelenkfläche, mit welcher der Körper auf dem Fersenbein aufruht.

Fußwurzelbucht. Der Hals des Sprungbeins ist kurz, der Kopf trägt vorn eine gekrümmte Gelenkfläche zur Verbindung mit dem Kahnbein des Fußes; unten eine kleine Gelenkfläche, mittels welcher der Kopf ebenfalls auf dem Fersenbein aufruht. Zwischen den beiden unteren Gelenkflächen ist eine tiefe rauhe Rinne, die mit einer entsprechenden Furche des Fersenbeins einen Hohlraum bildet, die Fußwurzelbucht.

Fersenbein. 2. Das Fersenbein. Dasselbe reicht nach vorn so weit wie auch das Sprungbein; nach hinten überragt es dasselbe bedeutend mittels des Fersenvorsprungs oder der Hacke. Die Hacke endigt nach hinten mit dem rauhen Fersenhöcker, an welchen sich die mächtige Achillessehne heftet.

Die obere Fläche des Knochens trägt eine Gelenkfläche für den Körper des Sprungbeins. Davor die schon erwähnte Furche, die mit der entsprechenden Furche des Sprungbeins die Fußwurzelbucht bildet. Nach innen davon ein starker Fortsatz, das Sprungbeingesims, auf welchem der Kopf des Sprungbeins aufliegt. In der Hohlkehle unter diesem Gesims ziehen Muskelsehnen, Blutgefäße und Nerven vom Unterschenkel zum Plattfuß.

Die vordere Fläche ist überknorpelt zur Verbindung mit dem Würfelbein.

Kahnbein. 3. Das Kahnbein liegt zwischen dem Kopf des Sprungbeins und den drei Keilbeinen.

3 Keilbeine. 4., 5. und 6. Die drei Keilbeine, unregelmäßig gestaltete Knochen, welche an das Kahnbein anstoßen.

Würfelbein. 7. Das Würfelbein, am äußern Fußrand gelegen. Seine hintere Gelenkfläche stößt an das Fersenbein (Fig. 166).

B. Mittelfuß.

Die 5 Mittelfußknochen sind ganz ähnlich gestaltet wie die 5 Knochen der Mittelhand (Basis, Mittelstück und Köpfchen). Der kürzeste und stärkste Mittelfußknochen ist der des Großzehs. Der Mittelfußknochen des Kleinzehs weist an seiner Basis oder dem Grundteil vor dem Würfelbein einen kurzen starken Höcker auf. Mittelfuß.

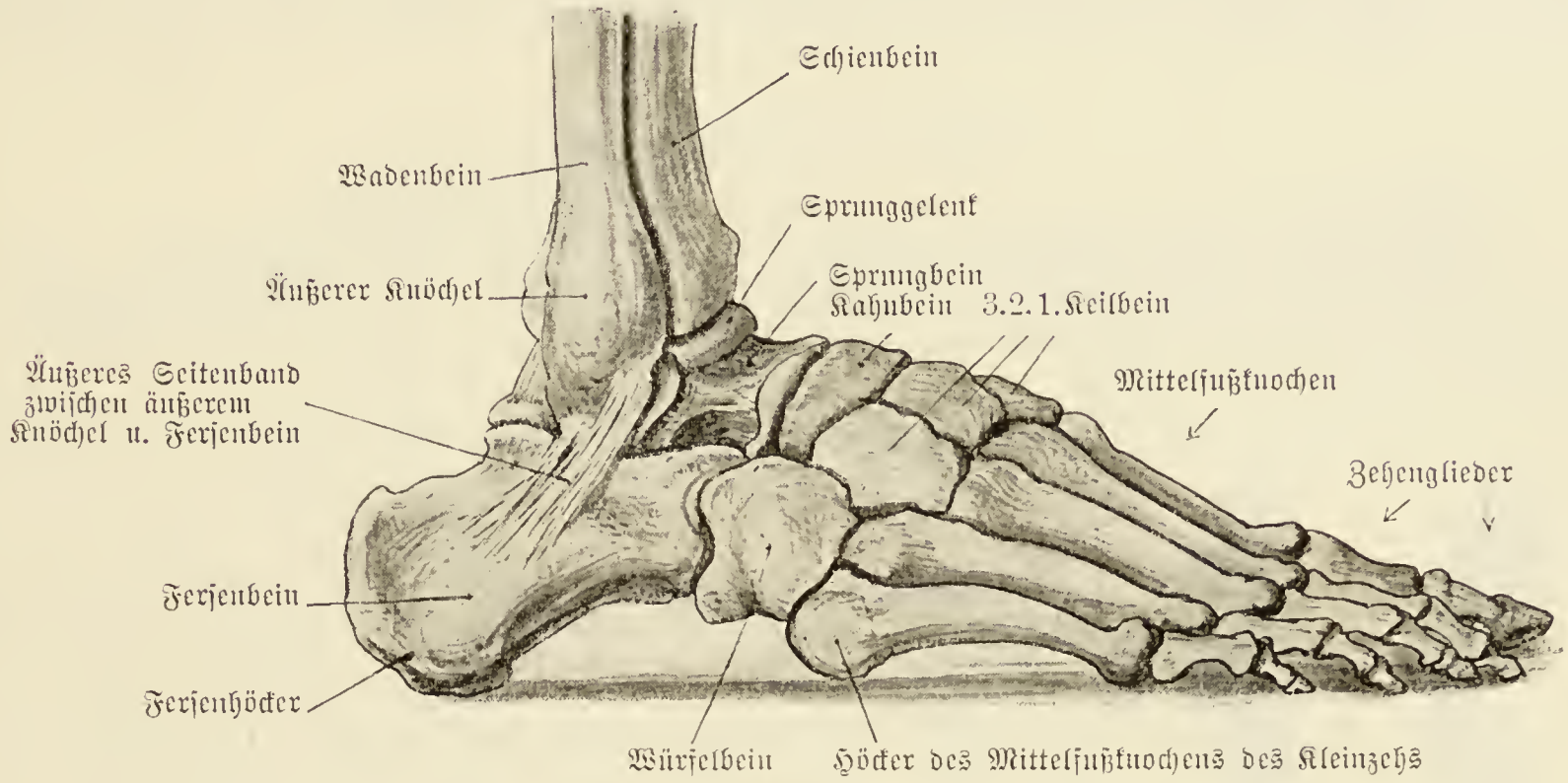


Fig. 166. Fußskelett von außen.

C. Zehen.

Der Großzeh hat zwei, die anderen Zehen drei Glieder. Dieselben liegen bei der 2. bis 5. Zehe nicht in gerader Linie, sondern die Zehen sind krallenförmig gekrümmt, so daß das erste Zehenglied etwas schief nach oben, das zweite Zehenglied fast horizontal, das dritte schief nach unten gerichtet ist: die Zehen stehen so wie Sprungfedern auf den Boden sich stemmend. Für die Elasticität des Ganges ist dies von besonderer Bedeutung. — Bei Statuen ist die erste Zehe gewöhnlich etwas kürzer, bei Bildwerken der Spätrenaissance manierierter Weise sogar beträchtlich kürzer als die zweite Zehe gebildet, so daß die Umrißlinie der Fußspitze eine bogenförmige ist. Indes ist in der Natur der Großzeh meist der längste. Die Zehen.

§ 61. Das Fußskelett als Ganzes.

Die Fußwurzelknochen und der anstoßende Mittelfuß mit den Zehen sind so gruppiert, daß 1. an das Sprungbein anstößt: das Kahnbein, an dieses die drei Keilbeine, und daran die drei ersten Mittelfußknochen mit den entsprechenden Zehengliedern; 2. an das Fersenbein das Würfelbein vorn angesetzt ist, und an dieses Mittelfußknochen und Zehenglieder der 4. und 5. Zehe. Fußskelett als Ganzes.

Die Mittelfußknochen bilden zugleich mit der Fußwurzel einen von vorn nach hinten und von außen nach innen konvexen Bogen, das Fußgewölbe, das beim aufgesetzten Fuß nur mit seinem vorderen und hinterer Ende den Boden berührt. Der äußere Rand des Fußgewölbes oder der äußere Fußbogen ist mehr flach, der innere Fußbogen mehr hoch. Ein hohes Fußgewölbe ist Merkmal eines schönen Fußes und Vorbedingung eines schönen elastischen Ganges. Fußgewölbe.

Das Fußgewölbe bildet einen Schutz für Nerven und Adern der Fußsohle, die sonst bei jedem Auftreten Druck erleiden würden. — Der obere Gipfel des Gewölbes oder „Spann“ liegt an der Grenze des hinteren Viertels der Fußlänge.

Beim Stehen verflacht sich infolge der Belastung des Fußes durch das Körpergewicht das Fußgewölbe: es senkt sich und die strahlig ausgebreiteten Mittelfußglieder gehen etwas auseinander. Wie man an der Umrißzeichnung des aufgehobenen und an der des aufgesetzten Fußes sehen kann, wird dadurch der Fuß 1. ein wenig länger, 2. ein wenig breiter.

§ 62. Der Plattfuß.

Der Plattfuß.

Setzt man die Fußsohle, nachdem ihre Fläche mit einer abfärbenden Masse überstrichen ist, auf einen weißen Papierbogen, so erhält man einen charakteristischen Sohlenabdruck (die Trittspur), der anzeigt, mit welchen Weichteilen der Fuß beim festen Auftreten den Boden berührt. Es zeichnet sich ab die Ferse, wie sie in einer schmalen, bogenförmig gekrümmten Fläche (dem äußeren Fußrand entsprechend) sich fortsetzt in einen breiteren abgerundeten Teil: den Ballen des Fußes. Vor demselben zeigen sich in einem Bogen angeordnet die Kuppen der Zehen. Dies ist der bekannte Sohlenabdruck des Fußes, wie man solche auf den Gängen einer Badeanstalt in großer Zahl sehen und als Beweisstücke für die Fußformen der Badegäste vergleichen kann (Fig. 167). Dabei wird man finden, daß nicht immer die oben beschriebene schmale und geschweifte Sohlenform vorhanden ist, sondern auch breitere vorkommen, ja solche, bei welchen die ganze Sohlenbreite den Boden berührt (Fig. 168).

a b

Fig. 167 u. 168. Trittspuren a eines normal gewölbten Fußes; b eines Plattfußes.

Dann handelt es sich um Füße, die nicht die hohe Wölbung des schön gebauten normalen Fußes besitzen, sondern bei denen das Fußgewölbe eingesunken ist. Man findet bei solchem Fuß, daß das Sprungbein, statt vom Fersenbein als Schlußstein des Fußgewölbes hoch getragen zu werden, hinab geglitten ist, während das Kahnbein ganz unten am Fußrand sich befindet. Hand in Hand damit gehen Veränderungen in der äußeren Form, namentlich

1. 2.

Fig. 169 u. 170. 1. Normal gewölbter Fuß. 2. Plattfuß.

des Fersen- und Würfelbeins. Diese nicht seltene Verbildung des Fußes ist der Plattfuß. Beim beginnenden Plattfuß ist es der flache äußere Fußbogen: Fersenbein, Würfelbein, Mittelfuß des Kleinzehs, welcher zuerst einsinkt, worauf dann der höhere innere Fußbogen vom äußeren Fußbogen herabgleitet (Fig. 171).

Der ausgebildete Plattfuß erscheint breiter und länger, er ist flach; der innere Fußrand stützt sich ganz auf den Boden. Der Gang ist schwerfällig und unelastisch.

Plattfüßige ermüden leicht und sind unfähig zu größeren Dauermärschen; ihre Füße neigen sehr stark zum Schwitzen.

Erworbener Plattfuß entsteht durch übermäßige dauernde Belastung des Fußgewölbes, also bei Personen, die berufsmäßig in jüngeren Jahren schon viel und anhaltend stehen müssen. Namentlich Kindern mit noch zarten Knochen und Bändern kann dauerndes Stehen nicht zugemutet werden, ohne daß man Gefahr läuft, ein Einsinken des Fußgewölbes herbeizuführen. Auch dies spricht gegen die „Steharbeit“ in der Schule.

1. 2.

Fig. 171. 1. Das äußere Fußgewölbe normal. 2. Einsinken des äußeren Fußgewölbes und Formveränderung an den betreffenden Fußwurzelknochen bei Plattfuß.
f Fersenbein; *w* Würfelbein; *mklz* Mittelfußknochen des Kleinzeh.

Angeboren ist der Plattfuß in vielen Fällen; bei den Negern ist er eine Rasseneigentümlichkeit und besonders häufig; ebenso bei den Juden. —

Bei jugendlichen Individuen läßt sich Plattfuß durch geeignete Maßnahmen, unter denen neben zweckmäßigem Schuhwerk Gymnastik und Massage eine besondere Rolle spielen, noch wesentlich bessern.

Für den Turnunterricht fällt jedenfalls ins Gewicht, daß Plattfüßige keine anstrengenden Marschübungen vertragen können; daß ungeschickter Niedersprung auf die Fußsohle beim Weit- wie beim Hochsprung — und Plattfüßige sind hierin meist ungeschickt — schädlich sein wird. Hier wäre also größte Vorsicht geboten. Im übrigen liegt ein Grund, Plattfüßige vom Turnen auszuschließen, nicht vor.

Die anderen, weit selteneren Formen von Fußverbildung, wie Hackenfuß, Spitzfuß, Klumpfuß bieten kein besonderes turnerisches Interesse.

§ 63. Gelenke und Bänder des Fußes.

Gelenke und Bänder des Fußes.

Die zwei Gelenke der Fußwurzel werden durch einen und denselben Knochen vermittelt: das Sprungbein, ein Knochen, an welchen sich kein Muskel ansetzt.

Im Sprunggelenk ist das Sprungbein gelenkig verbunden mit dem Unterschenkel; im eigentlichen Fußwurzelgelenk mit Fußwurzelknochen.

1. Das Sprunggelenk.

Sprunggelenk.

Das Sprunggelenk ist ein ausgesprochenes Scharnier. Die Rolle des Sprungbeins ist der Teil eines Cylindermantels, wobei nicht nur der Cylindermantel selbst, sondern auch die senkrecht stehenden Grundflächen ausgenützt werden, indem hier die inneren Knöchelflächen gabelförmig den Cylinder zwischen sich fassen. Dadurch schließt das Gelenk außerordentlich fest — was in Anbetracht seiner Lage auch notwendig.

Die Bewegung im Sprunggelenk ist lediglich Beugung und Streckung, mit einem Spielraum von 60 bis 70°. In der Mitte dieses Winkels nimmt der Fuß seine gewöhnliche mittlere Stellung ein, in welcher er in einem rechten Winkel zum Unterschenkel steht. Von hier aus ist der Ausschlag der Bewegung nach beiden

Richtungen gleich groß zur Beugung = Biegung nach dem Fußrücken oder Heben der Fußspitze, wie zur Streckung = Biegung nach der Fußsohle oder Senken der Fußspitze (Fig. 173).

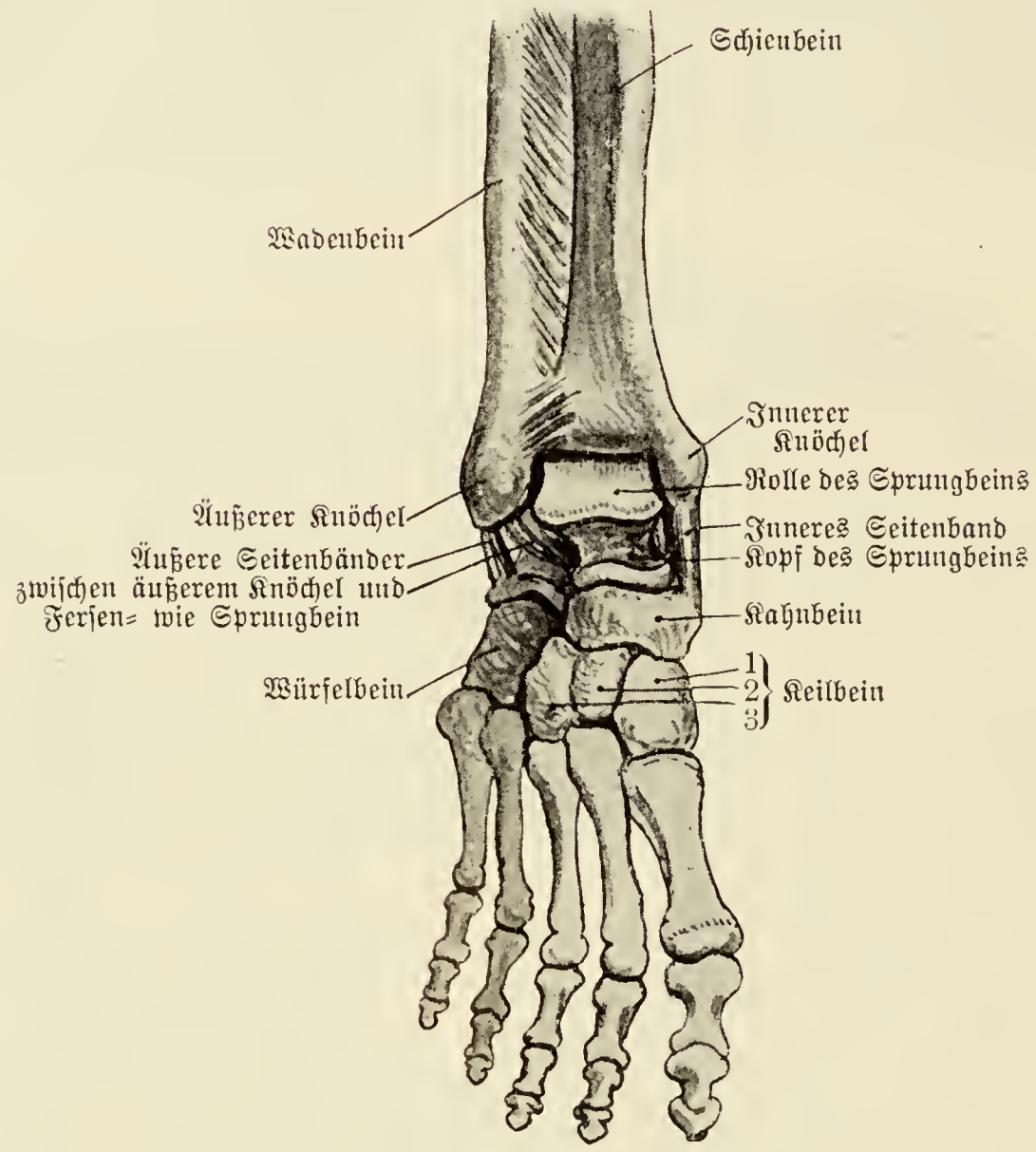


Fig. 172. Fußskelett und Sprunggelenk.

Beugung und Streckung ausführen kann nur der aufgehobene Fuß. Er ist dann ein zweiarmiger Hebel mit dem Drehpunkt im Sprunggelenk, einem kürzeren Arm (der Hacke) und einem längeren (Mittelfuß und Fußspitze) (Fig. 174). Ist der Fuß dagegen aufgesetzt, so kann er ausgiebig nur nach der Fußsohle sich biegen

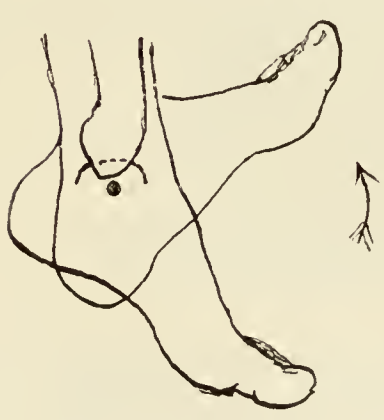


Fig. 173. Bewegung im Sprunggelenk

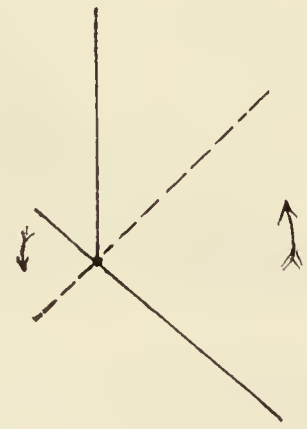


Fig. 174. Der Fuß als zweiarmiger Hebel.

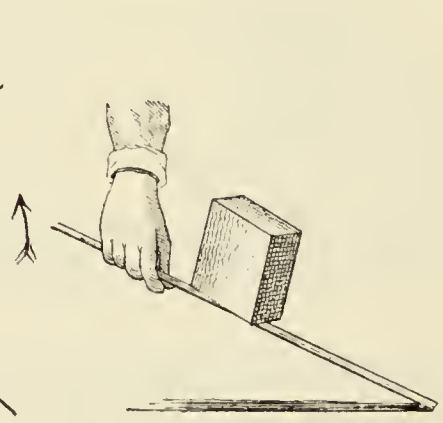


Fig. 175.

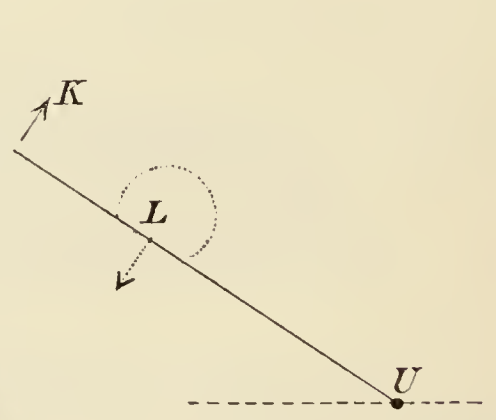


Fig. 176. Der Fuß als einarmiger Hebel.
K Kraft; *L* Last; *U* Unterstützungspunkt oder Drehpunkt.

und den Körper so in den Zehenstand erheben. Der Fuß ist dann ein einarmiger Hebel, dessen Drehpunkt im Gelenk zwischen Mittelfuß und erstem Glied des Großzehs sich befindet. Das Körpergewicht ist die zu bewegende Last, der am Fersenhöcker mittels der Achillessehne angreifende Wadenmuskel die bewegende Kraft (Fig. 175 und 176).

2. Das Fußwurzelgelenk.

Das Fußwurzel- (oder zweite Fuß-) Gelenk ist kein einheitliches Gelenk, sondern aus drei Gelenken zusammengesetzt, deren Bewegungen in einheitlichem Sinne erfolgen. Diese Gelenke sind: Fußwurzelgelenk.

1. Sprungbeinkopf mit { Kahnbein, Gesims des Fersenbeins;
2. Sprungbeinkörper mit Fersenbein;
3. Vorderfläche des Fersenbeins mit Würfelbein.

Die Gesamtbewegung dieser Gelenke ist:

1. Einwärtsführung der Fußspitze, mit Hebung des inneren, und Senkung des äußeren Fußrandes.

2. Auswärtsführung der Fußspitze mit Hebung des äußeren und Senkung des inneren Fußrandes.

Der Spielraum der ganzen Bewegung ist ein halber rechter Winkel. Bei der mittleren Stellung ist die Fußsohle nicht horizontal gestellt; sondern nach einwärts gerichtet: beim Liegen oder Sitzen mit herabhängendem Fuß steht der äußere Fußrand des in Muskelruhe sich selbst überlassenen Fußes stets tiefer; am ausgesprochensten bei Kindern. Dem entsprechend ist auch die Einwärtswendung der Fußsohle weiter ausführbar als die Auswärtswendung. Wenn sich zu dieser Einwärtswendung der Fußsohle noch die entsprechende Drehung in Hüft- und Kniegelenk bei Beugung dieser Gelenke hinzugesellt, ist es möglich, die Fußsohle dem Gesicht zuzukehren (wie bei der bekannten antiken Figur des Dornausziehers).

Wir führen die erste Bewegung: Senkung des inneren Fußrandes, Hebung des äußeren nebst Einwärtsführung der Fußspitze dann z. B. aus, wenn wir bei etwas gebeugtem Standbein den freien Fuß seitwärts mit der ganzen Sohle aufsetzen. Wir führen die zweite Bewegung aus, wenn wir das Standbein mit dem freien Bein überkreuzen, und dann den kreuzenden Fuß mit der ganzen Sohle aufsetzen. —

Die andern Fußwurzelknochen sind durch straffe Bänder zu einem in sich unbeweglichen Stück verbunden, dessen Festigkeit größer ist, als wenn das Ganze ein einziger solider Knochen wäre.

3. Gelenke der Mittelfußknochen mit der Fußwurzel.

Die Beweglichkeit dieser Gelenke ist — im Gegensatz zu den Gelenken zwischen Handwurzel und Mittelhandknochen — sehr gering; namentlich fehlt dem Großzeh hier alles, was an die außerordentliche und charakteristische Beweglichkeit des Daumens der Hand erinnert. Wenn auch bei manchen Völkerschaften der Großzeh eine Art von Greifthätigkeit entwickelt: der Inder hebt kleine Gegenstände vom Boden mit den Zehen auf; der Zulu schleift im hohen Grase, um sein Anrücken dem Feinde nicht zu verraten, den langen Speer mit dem Großzeh gefaßt, am Boden nach sich; — wenn auch ohne Arme geborene Krüppel durch Übung ihre Füße zu wunderbar feinen Verrichtungen heranbilden: niemals kann der Großzeh den anderen Zehen gegenübergestellt werden. Dazu fehlen die Vorbedingungen im anatomischen Bau des Fußes. Gelenke zwischen Mittelfußknochen und Fußwurzel.

4. Die Gelenke zwischen Zehen und Mittelfußknochen.

Hinsichtlich dieser Gelenke besteht ein Unterschied zwischen Fuß und Hand darin, daß die ersten Fingerglieder so gut wie gar nicht gegen den Handrücken, sondern nur nach dem Handteller zu gebeugt werden können, während umgekehrt beim Fuß Gelenke zwischen Zehen und Mittelfußknochen.

die Zehen nach dem Fußrücken hin bis zur rechtwinklichen Beugung umgebogen werden können. Dies geschieht schon beim Gehen im Augenblick des Abstoßens des hinteren Fußes vom Boden, namentlich aber geschieht es beim sogenannten Zehenstand. Sogenannt — denn in Wirklichkeit steht dann die Körperlast auf den Köpfchen der Mittelfußknochen, während die federnd aufruhenden Zehen nur Schwankungen zu hindern und dem Vornüberfallen vorzubeugen suchen (Fig. 177). Eigentlichen Zehenstand führen allerdings die Ballettänzerinnen aus, welche auf den Zehenspitzen trippeln, in der Weise, daß die Zehen gestreckt mit dem Fuße ein einziges starres Ganze bilden. Ob solcher an das Gehen auf steifen Stelzen erinnernde Gang schön genannt werden dürfe, ist eine andere Frage. —

Zehenstand.

Fig. 177. Zehenstand.

Nach der Fußsohle zu läßt sich das erste Zehenglied über die gerade Richtung hinaus kaum beugen.

5. Die Zehengelenke.

Zehengelenke.

Die Zehengelenke sind Scharniergelenke von ähnlichem Bau wie die Fingergelenke.

Der Großzeh ist der ungleich kräftigste aller Zehen. Er tritt beim Gehen ganz besonders in Thätigkeit, indem nach ihm hin sich die Fußsohle vom Boden abwickelt, von ihm aus sich der Fuß vom Boden abstößt. Er heißt daher auch der Schreiterzehen. —

6. Bänder des Fußes.

Bänder des Fußes.

Zahlreiche straffe Bänder von außerordentlicher Festigkeit verbinden die Knochen des Fußes miteinander sowie mit den Knochen des Unterschenkels. Ganz hervorragende Festigkeit haben die Bänder der Fußsohle, und hier vor allem das Fußsohlenband zwischen Fersenbein und Würfelbein, eines der stärksten Bänder des Körpers, für die Tragfähigkeit des Fußgewölbes von entscheidender Bedeutung.

§ 64. Zur Fußbekleidung und Fußpflege.

Fußbekleidung und Fußpflege.

Kein Glied unseres Körpers ist so allgemein der Verunstaltung und Verkrüppelung durch unzweckmäßige Bekleidung unterworfen als der Fuß. Und doch ist der Fuß dasjenige Glied, an welches wir unausgesetzt die schwersten Anforderungen stellen, welches die gesamte Last des Körpers zu tragen und fortzubewegen hat. Die landläufige Fußbekleidung ist meist eine gänzlich unzweckmäßige.

An unseren landwirtschaftlichen und tierärztlichen Schulen werden Vorlesungen und Kurse über den richtigen Hufbeschlag der Pferde gehalten — die Bekleidung des menschlichen Fußes aber ist handwerksmäßigem Schlendrian überlassen, ja was noch schlimmer, wechselnder Mode unterworfen. Gerade als wenn auch die Form der Füße sich mit der Mode veränderte! Für Frauen und Mädchen werden, obschon rechter und linker Fuß durchaus ungleich sind, gleichwohl rechter und linker Schuh gleich geformt („zweibällige Schuhe"). Jünglinge und Männer tragen zwar für den rechten, wie für den linken Fuß besonders gebaute („einbällige") Schuhe, indes ist deren Form nur ausnahmsweise eine tadellos richtige und naturgemäße. Daß für einen jeden, der Leibesübungen treiben will, wie Marschieren, Laufen, Springen usw. es von allergrößter Wichtigkeit ist, richtig gebautes Schuhwerk zu haben, und daß unzweckmäßige Fußbekleidung die Leistungsfähigkeit in solchen Leibesübungen stark beeinträchtigt und herabdrückt, bedarf kaum eines besonderen Hinweises.

Beim natürlichen Gang treten wir mit der Ferse zuerst auf, und der Fuß wickelt sich von der Ferse zum Großzeh, dem „Schreiterzehen“ ab. Mit dem Großzeh stößt sich dann der Fuß vom Boden. Man nennt daher die von der Mitte der Ferse bis zum Großzeh verlaufende Linie die „Gehlinie“ oder — nach dem um die Klarlegung der Mechanik des Fußes besonders verdienten Anatomen G. H. von Meyer in Zürich — Meyersche Linie (Fig. 178). In dieser Linie muß die Achse des Großzehs liegen, wenn der Fuß richtig entwickelt ist und seiner Funktion beim Gehen ganz gerecht werden soll. Beim Kulturmenschen des 19. Jahrhundert ist dies indes leider eine Ausnahme.

Fig. 178. Fußsohle mit Meyerscher Linie (a b).

Dadurch, daß beim Auftreten das Fußgewölbe sich senkt, und die strahlig gegen den Boden gestemmten äußeren Zehen sich mehr ausbreiten, wird der Vorderfuß beim Auftreten länger und breiter (Fig. 179). Für den richtigen Bau der Schuhe sind diese Verhältnisse besonders wichtig.

Fig. 179. Umrißlinie eines Fußes; die punktierte Linie gibt die Umrißlinie beim Aufsetzen des Fußes an.

Naturgemäßes Schuhwerk.

Folgende Regeln haben für ein richtig und naturgemäß geformtes Schuhwerk zu gelten:

1. Die Sohle muß an der Fußspitze so gestaltet sein, daß der Großzeh auf dieser Sohle seine natürliche Lage einnehmen kann. Diese Regel ist vorangestellt, weil gegen sie am meisten gesündigt wird. Bei weitaus den meisten Schuhen liegt die „Fußspitze“ anstatt am inneren Rand, ganz oder nahezu ganz in der Mitte der Sohle. Die Folge ist, daß der Großzeh aus seiner natürlichen Richtung nach der Mitte zu abgedrängt wird, so daß seine Spitze, anstatt geradeaus zu gehen, nach der Mittellinie der Sohlenfläche hinstrebt (Fig. 180 u. 181).

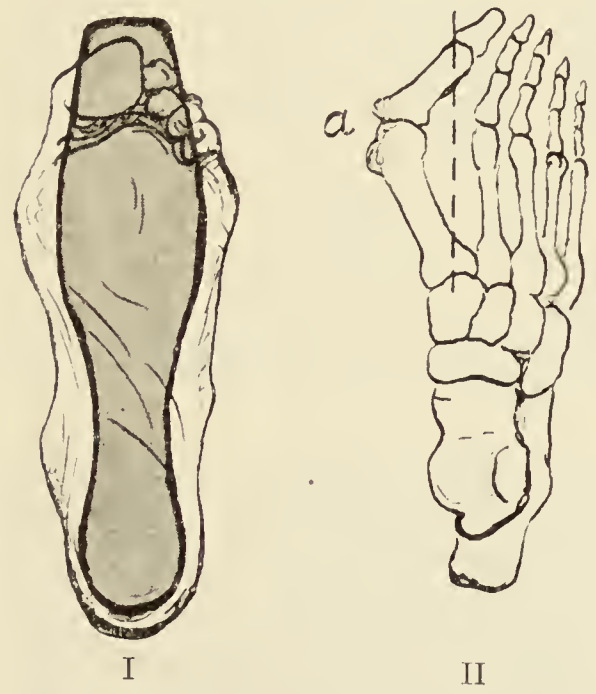


Fig. 180 u. 181. I Durch modernes Schuhwerk verkrüppelter Frauenfuß mit Einzeichnung der üblichen Schuhsohlenform. II Fußskelett eines solchen Fußes. Bei *a* Knochenauftreibung des Grundgelenkes des Großzeh. Die punktierte Linie gibt die Achse des Großzehs an, wie sie naturgemäß vorhanden sein müßte.

Diese Ablenkung vermindert die Kraft, mit welcher der Großzeh beim Schreiten sich vom Boden abstößt. Sie hat ferner eine Achsendrehung des Großzehs zur Folge, so daß sich der Zehennagel meist schief nach außen legt. Das führt

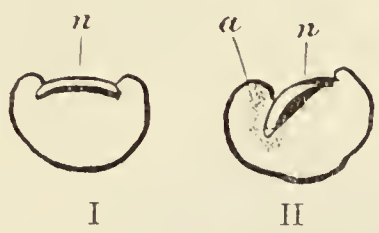


Fig 182. I Nagelbett des Großzehs im Durchschnitt. *n* = Nagel. II Schieflegung des Nagels bei eingewachsenem Nagel. In *a* entzündliche Wucherung des Nagelfalz.

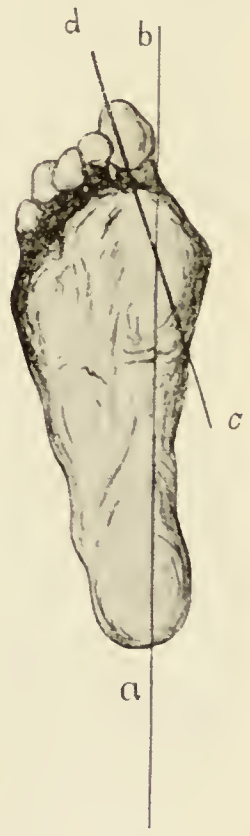


Fig. 183. Abweichung des Großzehs aus der Richtung der Meyerschen Linie (a b) nach der Richtung c d unter dem Einfluß schlechtgebauten Schuhwerks.

dann weiterhin zu dem schmerzhaften Übel des „eingewachsenen Nagels“ (Fig. 182). Für das Gelenk zwischen Mittelfußknochen und erstem Glied des Großzehs bewirkt die

Ablenkung der Achse des Großzehs nach außen eine Verbiegung in diesem Gelenk, so daß dasselbe als „Großzehballen" in entstellender Weise am inneren Fußrand hervortritt. Die Knochen des Gelenkes, welche winklig zu einander stehen anstatt in einer Geraden zu verlaufen, erkranken mit ihren Gelenkenden besonders leicht an Entzündungen und Knochenwucherung (Frostballen, Gicht) (Fig. 183).

2. Das Oberleder des Schuhwerks muß an der Fußspitze so gestaltet sein, daß es den Großzeh in seiner richtigen Lage beläßt, oder ihm doch gestattet in dieselbe zurückzukehren; und daß es der freien Bewegung aller Zehen beim Auftreten und Aufspringen genügenden Raum gewährt. Die Folgen einer ungenügenden Erhebung des Oberleders sind die „Hühneraugen", mit welchen namentlich der kleine Zeh ausgestattet zu sein pflegt. Das Oberleder darf sich nicht flach an die Sohle anlegen, sondern muß steil vom Sohlenrand an aufsteigen. Seine höchste Erhebung muß es über dem Großzeh und nicht über der Fußmitte haben.

Gestattet das Oberleder an der Fußspitze nicht ausreichend das Abwickeln und Vorschieben der Zehen, so werden diese gezwungen, sich zu krümmen, indem das erste Glied krallenartig umgebogen wird; beim Turnen wird dann vor allem der Niedersprung, die tiefe Kniebeuge und dergleichen, beim Wandern das Bergabgehen sehr schmerzhaft. Enges Oberleder an den Fußspitzen veranlaßt ferner bei nasser Kälte leicht Frostbeulen.

3. Die Spitze des Schuhs muß vorne aufgeschnabelt sein, d. h. sich über die horizontale Bodenfläche erheben. Diese Aufschnabelung — der Winkel den die Sohle der Fußspitze mit dem Boden bildet, beträgt etwa 10—12° — begünstigt die Biegung der Zehen nach dem Fußrücken hin, wie sie beim Gehen im Augenblick des Abstoßens des hinteren Beins, und besonders ausgesprochen beim Zehenstand stattfindet.

4. Der Schuh soll für die Verbreiterung des Fußes beim Auftreten Raum gewähren, muß aber anderseits auch fest genug schließen, um ein Gleiten des Fußes nach vorn zu hindern. Hier wird man einen Unterschied je nach der Elasticität des Oberleders machen müssen. Ist das Oberleder — wie bei derben rindsledernen Schuhen — hart und spröde, so muß die Sohlenbreite der Breite des Fußes beim Aufsetzen entsprechen. Ist das Oberleder aber weich und dehnbar, oder handelt es sich gar um Zeug- oder Stoffschuhe (z. B. Turnschuhe), so genügt es, wenn die Schuhsohle nicht breiter als der aufgehobene unbelastete Fuß ist. Der Schuh kann sich vermöge der Nachgiebigkeit des weichen Oberleders oder Zeuges doch genügend ausdehnen.

5. Der Absatz des Schuhs sei niedrig. Unsere Mädchen und Frauen entsetzen sich gerne über die Verstümmelung der Füße bei den Chinesinnen. Was aber die für einen falschen Geschmack so niedlich scheinenden Stöckelschuhe oder Ballschuhe an himmelschreiender Verunstaltung und Verkrüppelung verbergen — das weiß nur der Eingeweihte.

Fig. 184. Fußskelett auf einen hohen Absatz gestellt.

Hohe Absätze zwingen den Fuß zu einer steten unnatürlichen Streckung (stumpfer Winkel der Fußachse zum Unterschenkel statt des rechten), und bewirken, wenn von früher Jugend an getragen, dauernde Verbildung des Fußskeletts (Fig. 184).

Der hohe Absatz verhindert ferner das naturgemäße Gehen mit Abwicklung des Fußes von der Ferse zu den Zehen. Denn er zwingt zum Auftreten mit der Fußspitze anstatt mit der Ferse. Der Gang wird dadurch ein kurzschrittiger, trippelnder, unbeholfener, und ermüdet schnell. Daher beim weiblichen Geschlecht, wo der hohe Absatz noch am meisten getragen wird, die vielfache Unlust und oft auch Unfähigkeit zu längerer Körperbewegung im Freien, wie Wandern, Bergsteigen, Laufen und Spielen. Es ist ein Rest jenes verkehrten und schädlichen — glücklicher Weise seit mehreren Jahren im Schwinden begriffenen — Schönheitsbegriffes, wenn unseren Mädchen in der Turnstunde das zierliche Gehen auf den Fußspitzen anbefohlen und als „schön" hingestellt wird. —

Der hohe Absatz bewirkt ferner dadurch, daß der Fuß auf einer schiefen Ebene steht, ein Vorgleiten des Fußes nach vorn. Die Zehen stoßen gegen das Oberleder der Schuhspitze, werden stark umgekrümmt, oder legen sich gar übereinander und erfahren dauernde Verbildung und Verkrüppelung.

6. Der Absatz sei breit und reiche weit nach vorn. Bei zu schmalem Absatz (Frauenschuhe!) schlägt der Fuß leicht um, und erleidet Verstauchung; das Gehen wird auf ungleichem oder steinigem Boden, auf schlechtem Pflaster, auf festgetretenem harten Schnee oder gefrorenem Wege unsicher und gefährlich. So beeinträchtigt auch in diesem Betracht fehlerhaftes Schuhwerk die Bewegung in freier Luft. —

Die Form der menschlichen Füße zeigt die weitgehendsten individuellen Verschiedenheiten. Richtig sitzendes Schuhwerk kann daher nicht nach Mittelmaßen gefertigt werden (käufliche fertige oder über Fabrikleisten geschlagene Schuhe passen vollkommen nur in Ausnahmefällen); vielmehr soll der naturgemäße Schuh — oder für den Erwachsenen besser der ein- für allemal hergestellte natürliche Leisten — eigens nach sorgfältigem Maßnehmen für jeden hergestellt werden.

Für das Anmessen der Schuhe können folgende Vorschriften gelten:

Anmessen des Schuhwerks.

1. Die Messung ist nicht über den Strumpf, sondern am nackten Fuß vorzunehmen. Nur so ist es möglich vorhandene oder beginnende Verunstaltungen, Hühneraugen u. dergl. zu berücksichtigen. Dazu kommt, daß der gewöhnlich getragene Trichterstrumpf die Fußform an der Spitze entstellt.

2. Rechter und linker Fuß entsprechen sich nicht immer in ihren Maßen, müssen daher jeder besonders gemessen werden.

3. Die Länge und Breite des Fußes sind nicht am aufgehobenen, sondern am aufgesetzten Fuße festzustellen. Die besten Anhaltspunkte für den Sohlenschnitt geben hierbei: a) die Trittspur, d. h. der Sohlenabdruck. Sie ist, wenn man das Bestreichen der Fußsohle mit einer färbenden Substanz vermeiden will, so herzustellen, daß man auf einen weißen Bogen einen andern legt, dessen Unterseite mit Holzkohle, Blaustein und dergl. überstrichen ist. Tritt man auf letzteren fest auf, so drückt sich das Bild, Trittspur, auf den unterliegenden weißen Bogen ab, und kann hier durch geeignete Mittel fixiert werden.

4. Die Umrißfigur: der Rand des aufgesetzten Fußes wird mit einem genau senkrecht aufgesetzten dünnen oder abgeplatteten Bleistift umfahren.

5. Die Spannhöhe (Höhe des Fußrückens zum Boden) sowie die Fußwölbung an der Innenseite sind nicht am aufgesetzten, sondern am aufgehobenen unbelasteten Fuß zu messen, da hier die Fußwölbung am größten.

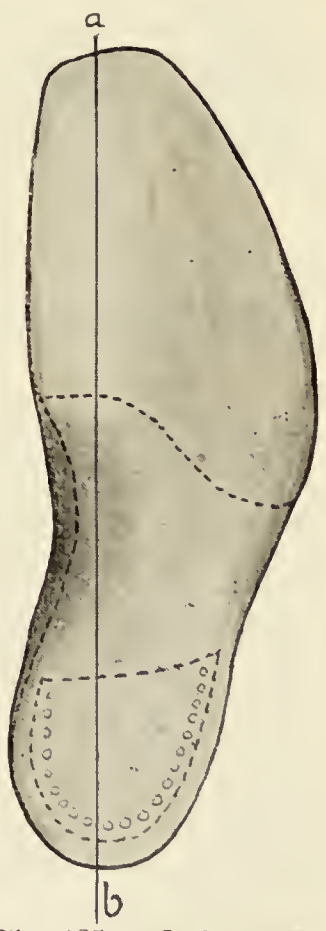


Fig. 185. Sohlenfläche eines Normal-Schuhleistens (nach Starcke). a b Meyersche Linie.

Arten von Schuhwerk.

Was die Frage betrifft, welche Arten von Schuhen zum Betrieb von Leibesübungen, zum Spielen und zum Wandern am geeignetsten, so sei darüber bemerkt:

1. Der hohe Schnürschuh hat den Vorzug, daß man es bei ihm in der Hand hat, dem Schuh den besten Schluß über dem Fußrücken zu geben. Für den Marsch schützt er allerdings unter Umständen nicht hinreichend vor dem Eindringen von Nässe. Sonst ist er unbedingt der beste Wanderschuh. Für Gebirgswanderungen sind die dicken Sohlen und breiten Absätze der Wanderschuhe kunstgerecht mit Eisenstiften zu beschlagen (Bergschuh).

Auf dem Turnplatz hat der Schnürschuh den Nachteil, daß die scharfen Kanten der Metallknöpfe, um welche der Schnürriemen gewunden wird, leicht die Holz- und Lederteile der Turngeräte beschädigen. Namentlich hölzerne Kletterstangen werden so leicht angeritzt und beschädigen durch die Splitterbildung die Hände der Turnenden.

2. Schaftstiefel gewähren zwar guten Schutz gegen Nässe und Staub, sind aber, wenn stark naß geworden, schwierig anzuziehen. Ist, um letzteres zu vermeiden der Spann wenig fest schließend, so sitzt der Stiefel zu lose; beim Marsch reibt sich dann die Ferse hinten an der starren Kappe und wird leicht wund. Das Einstecken der Hosen in den Stiefelschaft drückt die Waden, erschwert den Blutumlauf im Unterschenkel und kann so den Eintritt schneller Ermüdung begünstigen.

3. Schuhe mit Gummizügen haben den Nachteil, zu fest um das Gelenk anzuliegen und den Blutumlauf zu hemmen — wenn sie noch neu sind; umgekehrt sitzen sie zu locker, wenn nach längerem Tragen die Züge gedehnt sind und ihre Elasticität verloren haben.

4. Halbschuhe sind zwar leicht, begünstigen aber wegen mangelnden Schlusses über dem Sprunggelenk das Gleiten des Fußes nach vorn, so daß die Zehen gegen das Oberleder anstoßen. Sie taugen nichts zum Wandern. —

Für den Übungs- und Spielplatz sind leichte Schuhe aus Leder oder Segeltuch die bis über den Knöchel reichen und geschnürt werden, die zweckentsprechendsten. Die neuerdings viel gebrauchten sogenannten Fußballschuhe oder Tennisschuhe mit Ledersohlen sind meist trefflich. Gar nicht haben sich auf dem Spielplatz Schuhe mit Gummisohlen bewährt. — Der Turnschuh aus Leinen mit ganz dünnen Sohlen hat nur Vorzüge beim Gerätturnen. Für stramme Marschübungen taugt er gar nicht, von Wanderungen nicht zu reden. —

Fig. 186 u. 187. 1. Linke und rechte Fußspitze beim richtig geformten Strumpf. 2. Fußspitze beim Trichterstrumpf.

Strumpf.

Wichtig für den Fuß ist auch die Form der Strümpfe. Beim Kinde im ersten Lebensjahre stehen bekanntlich die Zehen strahlenförmig auseinander. Das Kind vermag die einzelnen Zehen niedlich zu bewegen, mit ihnen zu „spielen“. Schon bald aber ist das Bild ein anderes. Der in konischer Spitze zulaufende Trichterstrumpf hat die Zehen langsam mit elastischem Zug aneinandergedrängt, den Mittelfuß zusammengepreßt und die Fußsohle verschmälert. „Die Natur,“ sagt Starcke, „gab uns allein 7 starke Muskeln für den Großzeh; alle werden methodisch lahm gelegt durch die fürsorgliche Hand der strickenden Mutter.“ — Soll der Strumpf diese Schäden nicht zur Folge haben, so müssen für den rechten wie den linken Fuß besondere Strümpfe gefertigt werden, bei denen die Spitze nicht in der Mitte sondern an der Innenseite liegt, der Großzehenseite. Solche Strümpfe kosten nicht mehr Arbeit als die bisher üblichen Trichterstrümpfe, zudem sind sie haltbarer an der Spitze als diese, da sich der Großzeh nicht so leicht durchbohrt. Es ist zu wünschen,

daß die Handarbeitslehrerinnen der Mädchen die naturgemäße Form der Strümpfe kennen lernten und nur solche von ihren Schülerinnen fertigen ließen (Fig. 186—190).

Wie notwendig eine naturgemäße und richtige Fußbekleidung da ist, wo besondere Leistungsfähigkeit zum ausdauernden Gehen und Marschieren verlangt wird, Historisches zur Frage der Fußbekleidung.

1. 2. 3.

Fig. 188—190. 1. Normal gebauter unverstümmelter Fuß. 2. Derselbe mit Normalstrumpf bekleidet. 3. Derselbe im Trichterstrumpf: man sieht, daß durch den Trichterstrumpf a) der Mittelfuß schmäler, b) der Großzeh nach der Fußmitte abgelenkt wird. (Nach) Braune.)

das haben die großen Feldherren der verschiedensten Zeitalter gewürdigt. Julius Cäsar, Gustav Adolf und Friedrich der Große werden hier besonders genannt. In den Feldzügen 1870/71 ist es nicht selten vorgekommen, daß bei einem größeren Marsch bis zu 5 Prozent der Mannschaften — so viele, wie ein heftiges Gefecht kampfunfähig macht — fußkrank zurückbleiben mußten. Das Schicksal der großen Bourbaki'schen Armee ist durch den trostlosen Zustand des Schuhwerks bei den französischen Truppen entschieden beschleunigt worden. Vor mehr als 100 Jahren suchte der holländische Anatom Petrus Camper (oben schon als Urheber des „Camperschen Gesichtswinkels“ erwähnt) in seiner 1782 erschienenen, und in die meisten europäischen Sprachen übersetzten Schrift „Von der besten Form der Schuhe“ Wandel zu schaffen. Indes ohne nachhaltigen Erfolg: Mode und Handwerksschlendrian waren stärker.

In neuerer Zeit war es namentlich G. H. Meyer in Zürich, der die Frage wieder aufnahm. Seine Vorschläge fanden namentlich im preußischen Heere Nachachtung. Speciell mit der Frage zweckmäßiger Militärschuhe beschäftigten sich ferner der Oberstabsarzt Prof. Starcke in Berlin, der sächsische Oberstlieutnant Brandt von Lindau und andere. Da die Meyerschuhe sehr stark von den heutigen Schuhformen abweichen, so versuchten andere, wie Beely und Kirchhoff (Der menschliche Fuß, seine Bekleidung und Pflege, 1892), unter Wahrung der richtigen Grundsätze doch möglichste Annäherung an den herrschenden Modegeschmack. —

Was im übrigen die Fußpflege betrifft, so ist peinliche Reinlichkeit ein erstes Gebot. Bei Schweißfuß bewährt sich das Einpudern des Fußes und der Strümpfe oder der Fußlappen mit Salicylstreupulver (Mischung von Salicylsäure (3 Teile) mit Mehl (10 Teile) und gepulverter Talkerde (87 Teile): es ist ein Aberglaube, daß man gegen Schweißfüße nichts thun dürfe. Sind die Füße durch an- Fußpflege.

strengenden Marsch stark gerötet, sind gar Blasen vorhanden, oder Wundsein, so benutze man ebenfalls Salicylstreupulver. Beim Heer ist neuerdings statt dessen eine Salicylsalbe eingeführt. Bei mehrtägigen Fußwanderungen soll man das eine oder andere bei sich führen.

Hühneraugen entferne man durch Auflegen erweichender Pflaster, wie solche überall käuflich sind. Zu warnen ist vor dem Versuch, die Hühneraugen selbst mit dem Messer zu entfernen. Wiederholt haben kleine Verletzungen hierbei zu heftiger Entzündung, ja zu gefahrdrohender Blutvergiftung Anlaß gegeben. —

Eingewachsene Nägel lasse man vom Arzt operativ entfernen.

II.

Muskellehre.

Allgemeine Muskellehre.

Allgemeine Muskellehre.

Die Muskeln bilden die Hauptmasse des Körpers. Auf sie entfällt etwa die Hälfte des Körpergewichts.

Während die Knochen die passiven Bewegungsorgane, bewegte Teile sind, sind die Muskeln die bewegenden, die aktiven Bewegungsorgane. Auf Reiz (Willensanregung oder andere Reize) ziehen sich die Muskeln zusammen, werden kürzer und nähern so die zwei Punkte einander, zwischen welchen sie ausgespannt sind. Das hat natürlich zur Voraussetzung, daß mindestens einer dieser Punkte beweglich ist.

§ 65. Feinerer Bau der Muskeln.

Feinerer Bau der Muskeln.

Nach ihrem feineren Bau unterscheiden wir zwei Arten von Muskeln: *quergestreifte* und *glatte* Muskeln. Die ersteren sind fast ausnahmslos der unmittelbaren Willensbeeinflussung unterworfen und heißen daher auch *willkürliche* Muskeln; die glatten Muskeln sind dagegen dem Willen nicht zugänglich und heißen daher auch *unwillkürliche* Muskeln.

I. Quergestreifte oder willkürliche Muskeln.

Quergestreifte oder willkürliche Muskeln.

Die quergestreiften Muskeln, das rote Fleisch des Körpers, sind braunrot von Farbe. Schon mit bloßem Auge gewahrt man an ihnen einen faserigen Bau, und zwar ist diese Faserung meist parallel, manchmal auch zusammenlaufend angeordnet. Isoliert man eine solche grobe Fleischfaser und macht durch dieselbe einen Querschnitt, so gewahrt man bei schwacher Vergrößerung, daß sich dieselbe aus zahlreichen bündelartig vereinten feineren Fasern zusammensetzt. Man nennt daher die grobe Muskelfaser *Muskelbündel*, und erst die feineren zu einem Bündel zusammentretenden Fasern *Muskelfasern* (Fig. 191). Eine jede Muskelfaser ist umgeben von einer feinen Haut,

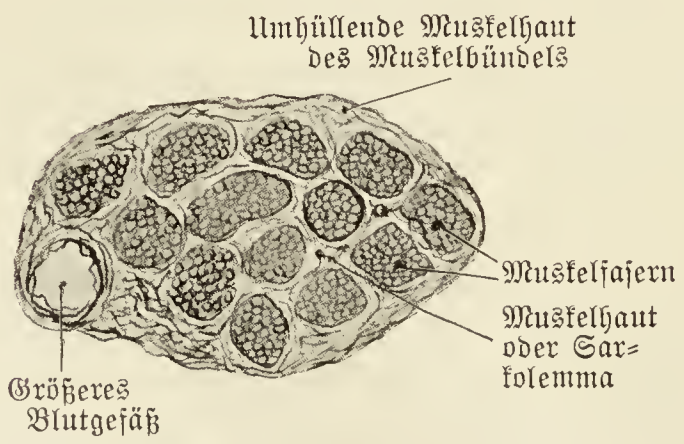


Fig. 191. Muskelbündel im Durchschnitt. Vergrößert 150.

der Muskelhaut (Sarkolemma). Eine stärkere bindegewebige Haut, zugleich Trägerin von ernährenden Blutgefäßen, Nerven und Fettgewebe, umgiebt die gröberen Muskelbündel (Fig. 195). Unter dem Einfluß geeigneter chemischer Substanz zerfasert sich auch die feinere Muskelfaser nochmals in feinste dünne Fäserchen, die als Muskelfibrillen (oder Primitivfasern) unter dem Mikroskop sichtbar sind (Fig. 193). Muskelfibrillen.

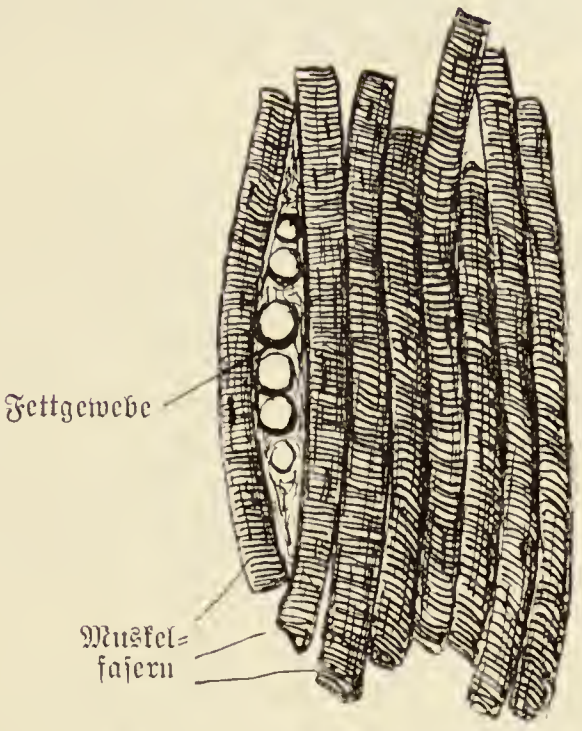


Fig. 192. Ein Bündel quergestreifter Muskelfasern. Vergrößert 150.

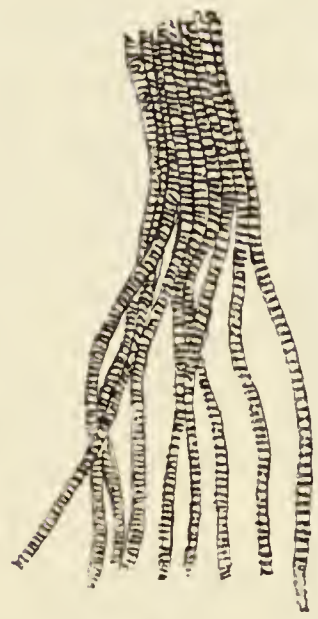


Fig. 193. Auflösung einer Muskelfaser in Muskelfibrillen. Vergrößert 500.

Fig. 194. Auflösung einer Muskelfibrille in kleine Scheibchen Vergr. 800.

Sowohl die Muskelfasern als auch die einzelnen Fibrillen zeigen bei stärkerer Vergrößerung durchweg eine feine Querstreifung, d. h. sie setzen sich zusammen aus Scheiben von abwechselnd dunkler und heller Färbung, infolge verschiedener Lichtbrechung dieser Schichten. Löst man die dunkleren Streifen durch Salzsäure auf, so bleiben die lichteren Scheiben der Fibrillen, gewissermaßen Säulenstücke, als kleinste Fleischteilchen („sarcous elements“) übrig (Fig. 194).

Unter der Muskelfaserhaut (dem Sarkolemma) liegen Zellkerne eingestreut, die Muskelkörperchen. Sie haben besondere Wichtigkeit dadurch, daß von ihnen aus der jugendliche Muskel sich bildet und wächst, und daß sie auch beim Erwachsenen noch Bildungselemente darstellen, von denen aus der Muskel noch neue Fasern zu den alten bilden und sich vergrößern kann.

Die Muskelfasern sind sehr lang und enden mit einem abgestumpften Ende. Über das Ende hinaus setzt sich die Muskelhaut fort. Da, wo der Muskel unmittelbar mit dem Knochen verbunden ist, stellt sich der Zusammenhang so her, daß die Haut der Muskelfasern und Muskelbündel einfach mit der Knochenhaut (dem Periost) verschmilzt. Meist ist es aber ein straffes bindegewebiges Band, die Sehne, mit welcher der Muskel sich an den Knochen anheftet. Die Sehne entsteht aus dem Zusammentritt der umhüllenden Häute der Muskelfasern und Muskelbündel (Fig. 195).

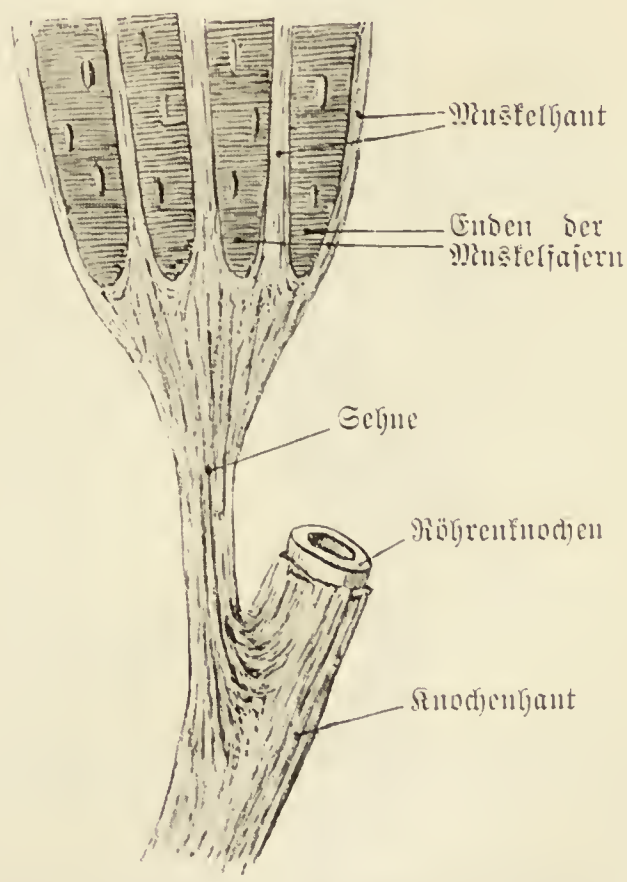


Fig. 195. Übergang des Muskelendes in die Sehne und Ansatz am Knochen (schematisch).

Sehne.

Die Sehne ist blendend weiß, aus ungemein starken und festen, parallel nebeneinander gelagerten Fasern bestehend. Sie ist umgeben von der Sehnenhaut oder Sehnenscheide, der Trägerin der die Sehne ernährenden Blut- und Lymphgefäße. Zwischen Sehne und Sehnenscheide befindet sich eine schlüpfrige Flüssigkeit, welche ähnlich der Gelenkschmiere in den Gelenken das ungehinderte glatte Gleiten der Sehne bei Bewegung gewährleistet. Entzündungen pflanzen sich in dem Raum zwischen Sehnenscheide und Sehne ungemein leicht die Sehne entlang fort (Sehnenscheidenentzündung).

Sehnenscheide.

In die Muskelfaser tritt seitlich der Muskelnerv ein. Die Nerven des Muskels haben zweierlei Funktionen. Vorzugsweise sind sie Bewegungsnerven (motorische Nerven), d. h. sie leiten die Willensanregungen vom Centralnervensystem — Hirn und Rückenmark — zum Muskel hin, und veranlassen letzteren zur Arbeit. Außer diesen Bewegungsnerven hat der Muskel aber auch Empfindungsnerven, d. h. Nerven, welche die Kunde von den äußeren Zuständen im Muskel zum Centralnervensystem, also zum Bewußtsein vermitteln. Wir nennen diese Empfindung das Muskelgefühl. Als eine Art Ergänzung des Tastsinnes lehrt es erkennen, wie der Widerstand beschaffen ist, den der Muskel bei seiner Thätigkeit findet; es läßt den Kraftaufwand abwägen, der zur Lösung einer Bewegungsaufgabe nötig ist, und gewährt eine Abschätzung des Gewichtes von Körpern, die wir heben, der Festigkeit von Gegenständen, die wir von ihrer Stelle bewegen wollen, eine Abschätzung ferner der Beschaffenheit dieser Gegenstände, ob sie hart, weich, spröde oder elastisch sind. Desgleichen vermitteln diese Muskelnerven das Gefühl von Frische oder Ermüdung.

Muskelnerven.

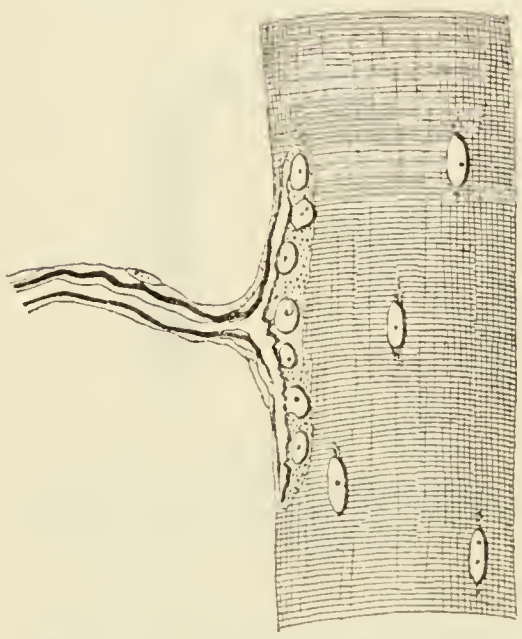


Fig. 196. Endung der Nerven im Muskel.

Der Bewegungsnerv der Muskelfaser endet in einer kleinen Auftreibung an der Muskelhaut, dem Nervenhügel oder der motorischen Endplatte (Fig. 196). Dabei geht die umhüllende Haut des Nerven unmittelbar in die Muskelhaut über, während der Nerv selbst sich im Nervenendhügel verzweigt, in die Substanz der Muskelfaser eindringt und mit derselben verschmilzt. Nerv und Muskel bilden also auch anatomisch eine Einheit; wie denn der Muskel nichts anderes als ein Endorgan des Nervensystems ist.

Nicht alle quergestreiften Muskeln sind willkürliche. Eine Ausnahme machen: 1. Die Muskeln des Schlundkopfes (Muskeln des Rachens und des oberen Drittels der Speiseröhre), deren Thätigkeit beim Schlucken unwillkürlich erfolgt; 2. die Atemmuskeln, welche zwar der Willensbeeinflussung unterworfen werden können, für gewöhnlich aber ohne Zuthun des Willens von selbst, rein automatisch, arbeiten; endlich 3. das Herz, welches der direkten Willensbeeinflussung gänzlich unzugänglich ist.

Die Muskulatur des Herzens ist zwar quergestreift, unterscheidet sich indes durch besonderen Bau von den andern quergestreiften Muskeln des Körpers.

Bau der Herzmuskulatur.

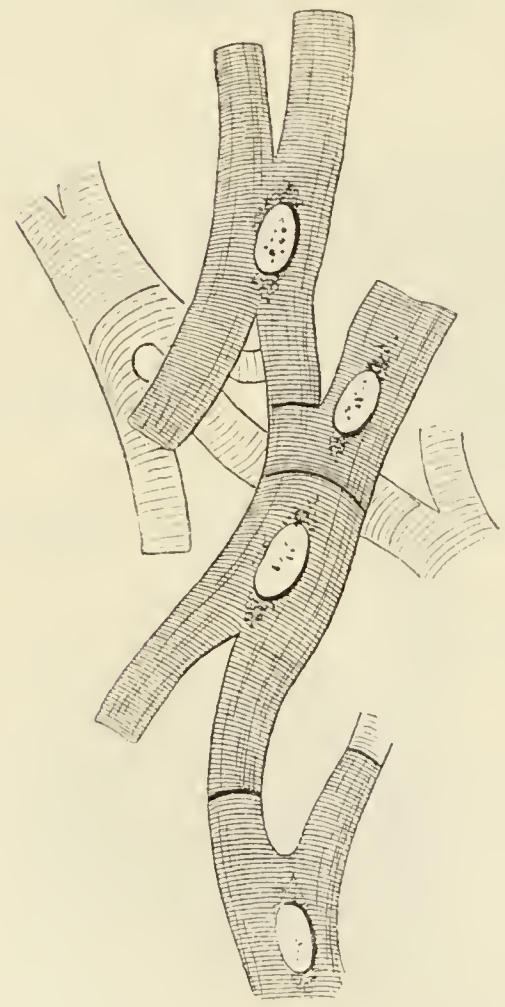


Fig. 197. Quergestreifte Muskelfasern des Herzens bei 400facher Vergrößerung.

Sie besteht nicht aus langen, an beiden Enden spitz zulaufenden Fasern, sondern aus kurzen, verzweigten ein- oder zweikernigen quergestreiften Zellen, deren Äste mit den Ästen benachbarter Zellen in gleichsinniger Richtung mit der Querstreifung zusammenstoßen. Der Zellkörper setzt sich aus quergestreiften Muskelfibrillen zusammen. Diese Muskelzellen des Herzens, allenthalben miteinander verbunden und ineinander verfilzt, stellen also ein dichtes zusammenhängendes Netzwerk dar (Fig. 197).

II. Glatte oder unwillkürliche Muskeln.

Glatte oder unwillkürliche Muskeln.

Die glatten oder organischen Muskelfasern, Faserzellen, denen die Fähigkeit, sich zusammenzuziehen und damit zu verkürzen, zukommt, kommen im ganzen Körper überall da vor, wo sich Bewegungen unabhängig vom Willen vollziehen: so in den Wänden des gesamten Verdauungskanals, in den Luftröhren, in den Ausführungsgängen der Drüsen, in Harnleiter und Harnblase, in Samenbläschen und Gebärmutter, in der Brustwarze, in den Wänden der Blutgefäße, in der behaarten Haut.

Der Gestalt nach sind sie spindelförmige, kernhaltige Zellen, bald sehr lang und bandförmig (wie im Darmkanal), bald kürzer (wie in der Wand der Blutgefäße)

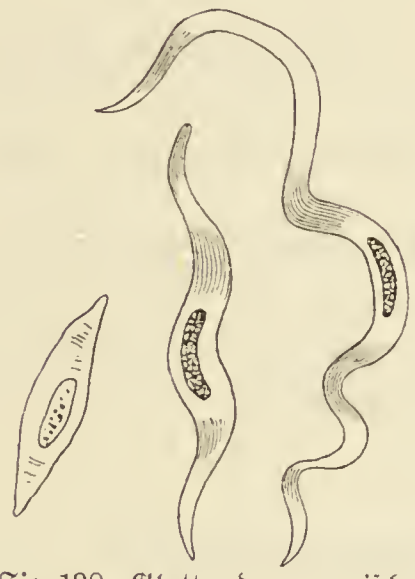


Fig. 198. Glatte oder organische Muskelfasern bei 3—400facher Vergrößerung.

Fig. 199. Bündel glatter Muskelfasern. Vergrößerung 350.

Fig. 200. Endigung eines Nerven in den glatten Muskeln eines Blutgefäßchens. Vergrößerung 4—500.

(Fig. 198). Sie liegen in den betreffenden Organen meist in bestimmter Richtung (längs oder quer) bündelförmig vereint, und bilden in der Wand der Blutgefäße, Drüsen-, Darm- usw. Rohre eine besondere zusammenhängende Schicht (Fig. 199). Da wo sie mehr kugelige Hohlräume umgeben, wie z. B. bei der Blase und der Gebärmutter, kreuzen sie sich in allen Richtungen. Nerven, dem System der unwillkürlichen Nerven, dem sympathischen Geflecht entstammend, treten allenthalben mit ihnen in Verbindung und geben die unabhängig vom Willen erfolgenden Anregungen zur Zusammenziehung (Fig. 200).

§ 66. Erregbarkeit des Muskels.

Erregbarkeit des Muskels.

Die Fähigkeit des Muskels, sich auf erhaltene Reize hin zu verkürzen, d. h. zu arbeiten, heißt Erregbarkeit. Der Zustand der Muskelthätigkeit, in welche der Muskel durch Reizung versetzt wird, heißt Erregung.

Die Muskelreize setzen im Augenblicke der Thätigkeit die chemischen Spannkräfte des Muskels in Arbeit und Wärme um. Sie wirken mithin als aus-

lösende Kräfte, gleichwie der Funken, der die im Schießpulver schlummernden Spannkräfte auslöst, und zur Explosion vermag, so daß Arbeit geleistet und Wärme frei wird.

Man unterscheidet folgende Reize, die den Muskel zur Zusammenziehung vermögen:

1. Natürliche oder Normalreize, das ist der durch den Nerven von einem Nervenzentrum (Hirn, Rückenmark, sympathisches Geflecht) dem Muskel übermittelte Antrieb zur Zusammenziehung.

2. Künstliche Reize: Der Muskel zieht sich zusammen unter der Berührung stark ätzender Säuren (chemischer Reiz), und sehr heißer oder sehr kalter Körper (thermischer Reiz), sowie bei plötzlicher starker Quetschung und Zerrung (mechanischer Reiz). Namentlich hervorzuheben ist aber die Reizung des Muskels durch elektrische Ströme, weil solche, als am leichtesten zu handhaben, abzustufen und abzumessen, vorzugsweise zur wissenschaftlichen Untersuchung der Muskel- und Nerventhätigkeit benutzt werden.

§ 67. Gestaltveränderung des thätigen Muskels.

Gestaltveränderung des thätigen Muskels.

Wird der ruhende Muskel durch irgend einen Reiz in Thätigkeit versetzt, so tritt folgendes ein:

1. Der thätige Muskel verkürzt sich unter Zunahme seiner Dicke; im allgemeinen um so mehr, je stärker der Reiz ist.

2. Der verkürzte Muskel nimmt in seinem Gesamtinhalt (Volum) etwas ab, in seinem spezifischen Gewicht etwas zu.

3. Im thätigen verkürzten Muskel sind die Blutgefäße etwas erweitert, ist der Blutgehalt, dem lebhafteren Stoffumsatz entsprechend, ein größerer.

§ 68. Zeitlicher Verlauf der Muskelzusammenziehung.

Zeitlicher Verlauf der Muskelzusammenziehung.

Legt man einen einzelnen Muskel mit seinen zugehörigen Nerven frei und reizt den Nerven durch einen einzigen elektrischen Schlag, so bewirkt letzterer eine einmalige ganz kurze Zusammenziehung des Muskels, die sogenannte Muskelzuckung, das heißt also: nach empfangenem Reiz verkürzt sich der bis dahin unthätige Muskel schnell und kehrt dann rasch wieder in den erschlafften Zustand zurück. Läßt man sehr schnell hintereinander eine Reihe solcher Reizstöße durch den Nerven zum Muskel gehen, und zwar mittels des in einem fort unterbrochenen und wieder geschlossenen elektrischen Stromes (Induktionsstrom), so bleibt der Muskel ebensolange andauernd zusammengezogen, andauernd arbeitend. Eine Reihe einzelner, sehr schnell aufeinander folgender Zuckungen fließt in eine andauernde Zusammenziehung zusammen.

Genau so erzielt auch unser Wille eine anhaltendere Zusammenziehung — und die meisten Bewegungen sind solche — dadurch, daß er, solange eine Bewegung dauert, an einem fort Reizstöße zum zusammengezogenen Muskel schickt. Die „Zuckung" ist also der elementare Vorgang; alle länger verlaufenden Muskelzusammenziehungen sind aus schnell hintereinander folgenden Zuckungen zusammengesetzt.

Myographion.

Man hat Vorrichtungen ersonnen, welche den Muskel in den Stand setzen, die Kraft und Zeitmaße einer Zuckung selbst auf die genaueste Weise aufzuzeichnen.

Bringt man die Sehne eines frischen bloßgelegten Muskels (z. B. vom Frosch) in Verbindung mit einem leicht gehenden einarmigen Hebel und reizt den Muskel

von seinem Nerven aus, so wird der Hebel bei der dann folgenden Zusammenziehung des Muskels entsprechend bewegt werden. Versieht man das bewegliche Ende des Hebels mit einer Spitze, an welcher flüssige Farbe oder Tinte sich befindet, und stellt eine Fläche so gegen diese Spitze, daß beide sich ganz leicht berühren, so wird die Schreibspitze auf der Fläche einen Strich aufzeichnen, dessen Länge dem Umfang der Zusammenziehung des Muskels (der „Hubhöhe") entspricht. Bewege ich während der Zusammenziehung die Schreibfläche an der Schreibspitze schnell vorbei, oder ersetze ich dieselbe durch einen Cylinder (Trommel), der mittels Uhrwerks sich dreht, so erhalte ich statt des einfachen Strichs eine längere gekrümmte Linie, eine „Kurve". Kann man es ferner so einrichten, daß die Schreibspitze genau in demselben Augenblick die Trommel berührt und zu schreiben anfängt, in welchem die Reizung des Muskels erfolgt, so giebt die aufgezeichnete Kurve, da die Umdrehungsgeschwindigkeit der Trommel bekannt ist, auch aufs genaueste den zeitlichen Verlauf einer Muskelzusammenziehung, einer „Zuckung" an (Fig. 201).

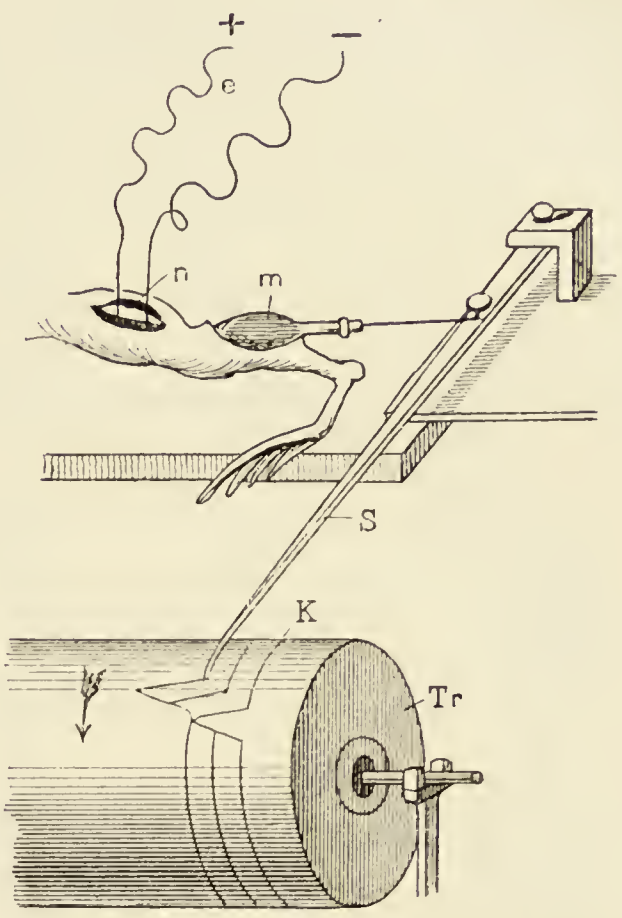


Fig. 201. Schema eines Myographions. e elektrische Zuleitung. n Nerv, der zum Wadenmuskel m führt; S Schreibhebel, Tr rotierende Trommel, K aufgezeichnete Zuckungskurven.

Es ist hier nicht der Ort zu beschreiben, mit welch geistreich ersonnenen Apparaten — der Name Helmholtz ist hier in erster Linie zu nennen — die diesbezüglichen, für die Erforschung der Nerven- und Muskelthätigkeit grundlegenden Versuche ausgeführt sind. Man nennt einen solchen Apparat „Myographion".

Die Figur zeigt schematisch eine solche Versuchsanordnung. An einem Froschschenkel ist bei n der zum Wadenschenkel führende Nerv blosgelegt und mit den Polen einer elektrischen Batterie verbunden. Die Sehne des Wadenmuskels m ist von ihrem Ansatz an der Ferse losgetrennt und durch einen Faden mit dem Schreibhebel s verbunden. Letzterer liegt mit seiner Spitze ganz lose der sich umdrehenden Trommel Tr auf. Zieht sich der Muskel zusammen, so wird er mittels des an der Sehne hängenden Fadens den Schreibhebel zu sich bewegen; erschlafft der Muskel, so kehrt der Schreibhebel in seine Ausgangsstellung zurück.

Löst man auf solche Weise durch einen elektrischen Schlag eine Zuckung des Muskels aus, so lehrt die aufgezeichnete Kurve zunächst folgendes (Fig. 202):

1. Die Zuckung verläuft sehr schnell.

2. Der aufsteigende Teil der Kurve ist steiler als der absteigende; das heißt: der Muskel braucht weniger Zeit, um die volle Höhe der Zusammenziehung (bei c) zu erreichen, als er braucht, um in den Ruhezustand zurückzukehren (bei d).

3. Die Zusammenziehung beginnt nicht in demselben Augenblicke, wo die Reizung (bei a) erfolgt, sondern etwas später (bei b).

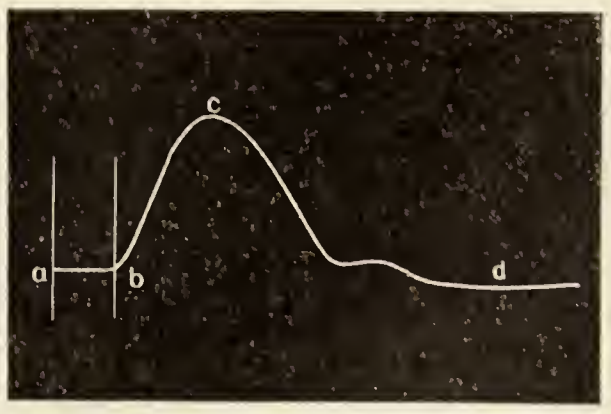


Fig. 202. Zuckungskurve.

Zuckungskurve.

Man teilt demgemäß den Verlauf einer Muskelzusammenziehung oder Zuckung in verschiedene Zeiten (Stadien) ein.

Zuckungszeiten.

a) Die Zeit der verborgenen („latenten") Reizung, d. h. die Zeit, welche der Muskel gebraucht, um nach erhaltenem Reiz sich vorzubereiten, ehe er die Zusammenziehung ausführt. Die Dauer dieser Zeit beträgt beim frischen Muskel 0.01 Sekunde; sie wird eine längere bei Ermüdung, Abkühlung oder zunehmender Belastung des Muskels, während sie bei stärkerem Reiz oder Erwärmung noch gekürzt wird.

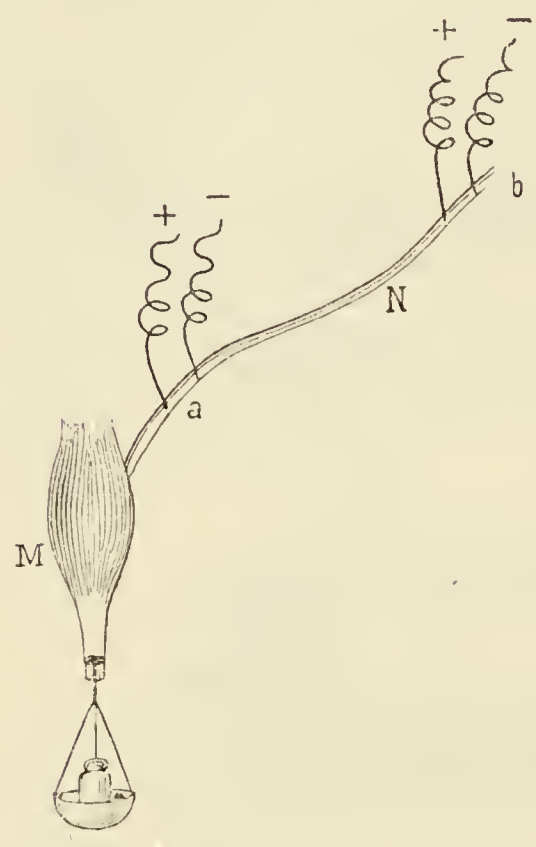


Fig. 203. M Muskel. N Nerv desselben. Letzterer an zwei verschiedenen Stellen (a und b) gereizt.

Fortpflanzung eines Reizes im Nerven.

b) Zeit der steigenden Energie. Sie beträgt beim frischen Muskel 0.03 bis 0.04 Sekunden. Sie fällt um so kürzer aus, und die Kurve wird um so steiler, je kleiner die Verkürzung ist, je geringer die zu hebende Last, je frischer der Muskel.

c) Zeit der absinkenden Energie oder Abklingen der Bewegung zum Ruhestand zurück. Diese Zeit erfolgt langsamer, ist also länger als die Zeit der steigenden Energie.

d) Die Zeit der elastischen Nachschwingungen, in welcher der schon erschlaffte Muskel noch einmal in ganz geringem Grade sich verkürzt, kommt hier weiter nicht in Betracht.

Wenn man den Muskel vom Nerven aus reizt — und der natürliche Willensantrieb kann ja auch nur diesen Weg nehmen, um zum Muskel zu gelangen — so ist die Zuckung um so größer und dauert um so länger, je weiter entfernt vom Muskel und je näher den Centralorganen der Nerv gereizt wird (Fig. 203). Im Nerven sind also Spannkräfte vorhanden, welche beim Hindurchgehen einer Reizwelle sich mit wachsender Energie auslösen: der Reiz schwillt im Nerven lawinenartig an.

Die Fortpflanzung des Reizes im Nerven erfolgt nicht etwa ähnlich der Schnelligkeit des Stromes im elektrischen Draht, sondern erheblich langsamer. Sie beträgt 33,9 Meter in der Sekunde. Noch langsamer pflanzt sich die Reizwelle im Muskel selbst fort, nämlich mit einer Schnelligkeit von 10—13 Metern in der Sekunde.

§ 69. Erscheinungen beim ermüdeten Muskel.

Erscheinungen beim ermüdeten Muskel.

Läßt man einen Muskel hintereinander eine große Zahl von Zusammenziehungen ausführen, so bleiben die Kurven, welche der Muskel aufschreibt, nicht die gleichen wie im Anfang, sondern sie verändern sich allmählich in zunehmendem Maße. Und zwar wird nach einer größeren Zahl von gleich starken Reizen:

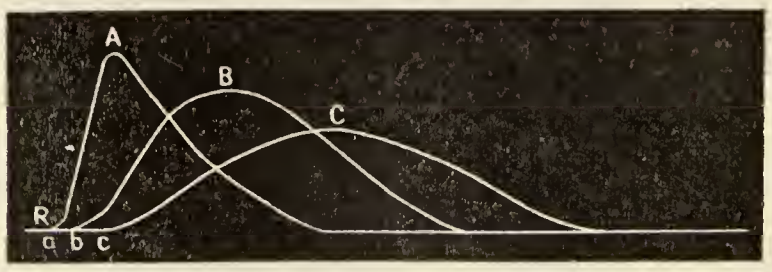


Fig. 204. Zuckungskurve A eines frischen, B eines halbermüdeten, C eines stark ermüdeten Muskels. Ra, Rb, Rc die entsprechenden Vorbereitungszeiten.

1. Die Vorbereitungszeit des Muskels eine größere, d. h. er beginnt sich später zusammenzuziehen.

2. Die steigende Energie wird allmählich geringer. Dies nach zwei Richtungen hin: Der Muskel zieht sich langsamer zusammen, erreicht also den Gipfel der Zusammenziehung erst später; und der Gipfel erreicht nicht mehr die anfängliche Höhe, die Kurve wird flacher und flacher. Mit andern Worten: Die Kraft der Zusammenziehung ist vermindert. Schließlich wird die Kurve zur

geraden Linie: d. h. der Muskel ist überhaupt nicht mehr zur Arbeit zu vermögen. Er ist erschöpft.

Je stärker der Muskel bei diesen Versuchen mit einem Gewicht belastet ist, um so schneller treten diese Verhältnisse ein. Es braucht dann jedesmal stärkere Reizung, wenn der belastete Muskel wiederholt hintereinander dieselbe Hubhöhe erreichen, dieselbe Arbeit leisten soll. Schließlich vermögen auch die allerstärksten Reize den Muskel nicht mehr zur anfänglichen Leistung zu bringen: die Kraft des Muskels versagt.

Die Ursache dieser Erscheinungen nennen wir Ermüdung. Wir haben also folgende Thatsachen zu verzeichnen:

1. der ermüdete Muskel bedarf zu gleicher Arbeitsleistung einer stärkeren Anregung oder Reizung als der frische Muskel;
2. seine absolute Muskelkraft ist vermindert;
3. seine Zusammenziehung verläuft träge.

§ 70. Anhaltende Zusammenziehung oder Tetanus.

Anhaltende Zusammenziehung des Muskels.

Die meisten Bewegungen des Alltagslebens wie der Leibesübungen sind anhaltendere Bewegungen, bestehen nicht aus einer einzigen kurzen Muskelzuckung, sondern setzen sich aus mehreren oder vielen kurz aufeinander folgenden und miteinander verschmelzenden Zuckungen zusammen.

Folgen Reizstöße schnell aufeinander, so hat der Muskel keine Zeit, sich nach der Verkürzung wieder zu verlängern, sondern er verharrt in einer je nach der Schnelligkeit der sich folgenden Schläge stoßweise erzitternden anhaltenden Verkürzung, welche Tetanus (= Starrkrampf) genannt wird. Je schneller die Reizstöße aufeinander folgen, umsomehr wird schließlich eine ununterbrochene, gleichmäßig anhaltende Zusammenziehung erzielt (Fig. 205 I—III).

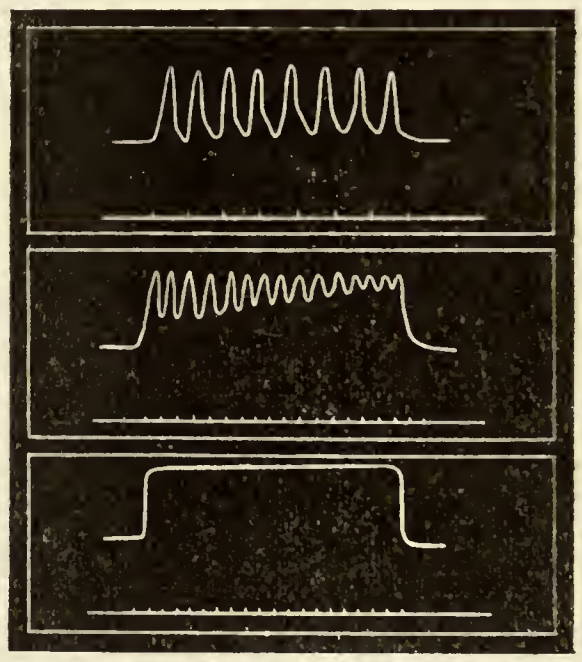


Fig. 205. Anhaltende Zusammenziehung durch Zusammenfließen vieler Reizstöße. Die Zahl derselben jedesmal auf der Linie unten angegeben.

Steckt man in Sehne und in Fleisch eines in anhaltende Zusammenziehung versetzten Muskels zwei Nadeln und verbindet diese mit den Drähten eines Telephons, so hört man einen Ton: ein Beweis, daß sich im Muskel intermittierende Schwankungen, d. h. aneinander gereihte Zuckungen vollziehen.

Ähnlich wenn man beide Zeigefingerspitzen in die Ohren steckt und nun willkürlich den zweiköpfigen Armbeuger aufs schärfste zusammenzieht: man hört dann ein deutliches zitterndes Brausen im Ohre.

Die Zahl der Reizstöße, welche in der Sekunde nötig sind, um den Muskel in anhaltende Zusammenziehung zu versetzen, ist verschieden. Beim Menschen sind 30 Reizstöße in der Sekunde erforderlich (beim Froschmuskel 15, beim Schildkrötenmuskel 2—3, bei Vögeln 70).

Aber nicht nur, daß schnell aufeinander folgende Zuckungen zu einer anhaltenden Verkürzung verschmelzen, sie erzielen auch, indem sich ihre Wirkungen addieren, eine weit stärkere Zusammenziehung des Muskels, als es ein einzelner Reiz, und wäre er noch so stark, vermag. Nur muß der zweite Reizschlag noch zu einer

Zeit erfolgen und auf den Muskel wirken, wo sich der Muskel vom ersten Reizstoß her noch in Verkürzung befindet.

Der Muskel erreicht also den größtmöglichen Grad der Verkürzung nur dann, wenn sich einzelne Erregungen summieren.

§ 71. Stoffwechsel des Muskels.

Stoffwechsel des Muskels.

Das Muskelgewebe liefert die Kraft für die mechanischen Leistungen des Körpers. Wie die Leistungen der Dampfmaschine in letzter Instanz auf den Spannkräften beruhen, welche durch die Verbrennung der Kohle geliefert werden, und wie die Verbrennung nichts anders ist, als ein Oxydationsvorgang, d. h. eine chemische Verbindung des Kohlenstoffs mit dem gasförmigen Sauerstoff der Luft, so sind es auch chemische Umsetzungen, vor allem ebenfalls Verbrennungs- und Oxydationsvorgänge, welche im lebenden Muskel stattfinden, und sich in Wärme und lebendige Kraft oder Arbeit verwandeln.

Der Muskel benötigt also zu seiner Arbeit Sauerstoff, und liefert als Hauptverbrennungsprodukt die Verbindung von Sauerstoff mit dem Kohlenstoff der an der Stoffzersetzung beteiligten — im Muskelgewebe selbst oder im Muskelblut enthaltenen — Stoffe, nämlich die Kohlensäure.

In der Ausnutzung der durch die Verbrennung erzeugten Spannkraft zur Arbeit ist der menschliche Organismus auch der besten Dampfmaschine überlegen.

Stoffwechsel des ruhenden Muskels.

Der ruhende Muskel ist in fortwährendem Stoffwechsel — „innere Atmung" — begriffen. Er liefert damit hauptsächlich die Wärme des Körpers. Er entnimmt dem Blute, welches ihn durchströmt, Sauerstoff, und giebt Kohlensäure an dasselbe ab.

Er entnimmt aber mehr Sauerstoff als der abgegebenen Kohlensäure entspricht, d. h. er speichert einen Überschuß von Sauerstoff auf.

Stoffwechsel des thätigen Muskels.

Beim thätigen Muskel sind die Blutgefäße, da der Stoffumsatz ein größerer, stets erweitert (die Vorstellung, als ob der Muskel, wenn er sich zusammenzieht und fester wird, den Inhalt seiner Blutgefäße wie ein Schwamm auspresse, ist also eine falsche), und folgende Erscheinungen treten ein:

1. Der Muskel scheidet ganz bedeutend mehr Kohlensäure aus.

2. Der Muskel verbraucht weit mehr Sauerstoff. Dieser Mehrverbrauch an Sauerstoff wird folgendermaßen gedeckt:

a) Der Körper nimmt vermittels des Gaswechsels in den Lungen während der Arbeit mehr Sauerstoff (bis zum 4—5fachen) auf als in Ruhe;

b) der in Blut und Muskel vorhandene Sauerstoff wird mehr ausgenutzt.

3. Alle Bestandteile des Muskels geraten in lebhafteren Stoffumsatz, wobei der Muskel seine chemische Reaktion ändert: der ruhende Muskel reagiert neutral, der thätige sauer.

§ 72. Stoffliche Ursachen der Ermüdung des Muskels.

Stoffliche Ursachen der Ermüdung des Muskels.

Bei Muskelarbeit treten als Endprodukte der chemischen Umsetzung im Muskel auf:

1. vermehrte Mengen von Kohlensäure. Dieselbe wird durch die Ausatmung aus dem Körper ausgeschieden. Je umfangreicher die Muskelarbeit, um so

massenhafter die Kohlensäure — und um so ausgiebiger müssen die Lungen arbeiten, um diese Mengen von Kohlensäure auszuatmen. Denn die Kohlensäure ist ein giftiges Gas, sobald sie im Übermaß im Blute sich anhäuft. Anhäufung von Kohlensäure.

Sind an der Muskelarbeit besonders viele und große Muskeln beteiligt und anhaltend in stärkstem Maße thätig, so kann die Menge der dadurch entstehenden und ins Blut aufgenommenen Kohlensäure derart anwachsen, daß die Lungen ihrer Aufgabe, das giftige Gas augenblicklich auszuscheiden, auch bei tiefster Atembewegung nicht mehr genügen können. Es tritt dann vorübergehende Lungenermüdung, d. h. der Zustand der Atemlosigkeit ein, und gleichzeitig wird die Weiterarbeit der Muskeln fast instinktiv unterbrochen. Sie kann erst wieder aufgenommen werden, wenn die Lungen in der Muskelruhe der Übermenge von Kohlensäure Herr geworden sind, und der regelmäßige Atemgang sich wieder eingestellt hat. — Wir kommen darauf später noch zurück. Atemlosigkeit.

2. Weiter treten im Körper nach Muskelarbeit auf eine Reihe von chemischen Stoffen, die Ermüdungsstoffe. Wie die Kohlensäure der Rauch, so sind sie gewissermaßen die Schlacken der Verbrennungsvorgänge im Muskel. Ermüdungsstoffe.

Die Ermüdungsstoffe sind, wie die Kohlensäure, giftiger Art, sobald sie im Muskel oder im Körper (d. h. im Blute) übermäßig sich anhäufen. Sie werden ausgeschieden nicht augenblicklich wie die Kohlensäure, sondern oft viele Stunden nach der stärkeren Arbeit:

a) Durch die Haut, und zwar im Schweiße.

Wie giftig die im Schweiß durch die Haut ausgeschiedenen Ermüdungsstoffe sind, das tritt dann zu Tage, wenn große Strecken der Hautoberfläche außer Thätigkeit gesetzt werden. Es können dann diese Ermüdungsstoffe nicht aus dem Körper ausgeschieden werden, häufen sich vielmehr im Blute an, und bewirken schwere Krankheitserscheinungen, ja den Tod. Dies ist z. B. der Fall bei oberflächlicher Verbrennung oder Verbrühung eines großen Teils der Körperoberfläche. Ein Hund, dessen Haut zum größten Teil mit Lack überzogen wird, geht elend zu Grunde; Kinder, die bei römischen Kirchenfesten Engel darstellen sollten, wobei der nackte Körper übergoldet wurde, kamen infolge der unterdrückten Hautausscheidung um, wurden „wirkliche Engel".

b) Durch die Nieren im Harn.

Unterdrückung der Nierenthätigkeit durch plötzliche Erkrankung des Nierengewebes zeitigt dadurch, daß die Giftstoffe (Urate) nicht ausgeschieden werden können, sondern im Blute verbleiben (Urämie), tötliche Vergiftungserscheinungen.

c) Durch den Darm im Kot. —

Die übermäßige Anhäufung der Ermüdungsstoffe in den Geweben sowie im Blute kann zweierlei Arten von Ermüdungserscheinungen veranlassen: örtliche und allgemeine Muskelermüdung.

§ 73. Örtliche oder lokale Muskelermüdung.

Nach einer kurzdauernden Muskelbewegung werden die im Muskel entstandenen „Ermüdungsstoffe" schnellstens durch den Blutstrom fortgeschwemmt, und der Muskel ist bald wieder zur selben Leistung fähig. Anders, wenn der Muskel anhaltend verkürzt bleibt (z. B. bei einer langandauernden Halte), oder wenn eine starke Muskelarbeit von kurzer Dauer häufig hintereinander bei kleinen Ruhepausen wiederholt Lokale Muskelermüdung.

wird. In beiden Fällen häufen sich die infolge der Muskelarbeit entstehenden Stoffe derart im Muskel an, daß sie nicht vom durchströmenden Blute vollständig entfernt (ausgewaschen) werden können. Diese Ermüdungsstoffe wirken dann auf den überangestrengten Muskel so ein, daß sie zunächst seine Erregbarkeit herabsetzen (s. o.), und daß nur vermehrte Willensanstrengung den Muskel zur Weiterarbeit vermag. Schließlich aber wird der Muskel völlig gelähmt, er versagt auch der energischsten Willensanregung. Erst nach bestimmter Ruhezeit hat sich der Muskel wieder erholt, und wird wieder mehr oder weniger arbeitsfähig.

Beispiel: Der seitwärts wagerecht ausgestreckte Arm, der vorzugsweise vom dreieckigen Schulter- (Delta-) Muskel gehalten wird. Anfänglich die leichteste Sache der Welt, den Arm wagerecht zu halten, wird schon nach einer Anzahl von Sekunden der Arm schwerer und schwerer, und fällt schließlich wie lahm herab — trotz äußerster Willensanstrengung den Arm zu halten.

Belastet man dabei den Arm noch dadurch, daß man eine Hantel in die Hand nimmt, so tritt die vollständige örtliche Ermüdung um so schneller ein, je schwerer die Hantel, d. h. je größer die vom Deltamuskel in der Zeiteinheit zu leistende Arbeit. Die Übermüdung des Muskels ist fast stets mit einem mehr oder weniger lebhaften Schmerzgefühl im Muskel verbunden.

Läßt man nach solcher Anstrengung den Arm eine Weile ganz ruhen, so schwindet der Schmerz und das Gefühl der Schwere. Die in dem ermüdeten Muskel (sowie im Muskelnerven) angehäuften Ermüdungsstoffe werden vom Blutstrom weggeführt: der Muskel wird wieder arbeitsfähig. Indes nicht vollständig; denn führt man dieselbe Halte nach entsprechenden Ruhepausen wiederholt aus, so wird die Zeit, während welcher der Arm belastet oder unbelastet wagerecht ausgestreckt gehalten werden kann, zuletzt immer kürzer: die vollständige Ermüdung tritt immer schneller ein. Schließlich bleibt der Schultermuskel schmerzhaft und schwer, und ist überhaupt nicht mehr zur Arbeit zu vermögen. Noch am folgenden, ja manchmal noch am zweiten oder dritten Tage nach der Anstrengung ist der Muskel schmerzhaft und schwer, leidet am sogenannten „Turnfieber“.

Turnfieber.

Durch häufige regelmäßige Bethätigung und Übung wird nicht nur der Muskel arbeitsfähiger, so daß er die gedachte oder eine andere ähnliche Übung längere Zeit hindurch und häufiger hintereinander ausführen kann, sondern es treten auch die nachträglichen Ermüdungsanzeichen, das Turnfieber, kaum oder überhaupt nicht mehr auf. Der Muskel ist durchgeübt: „träniert“.

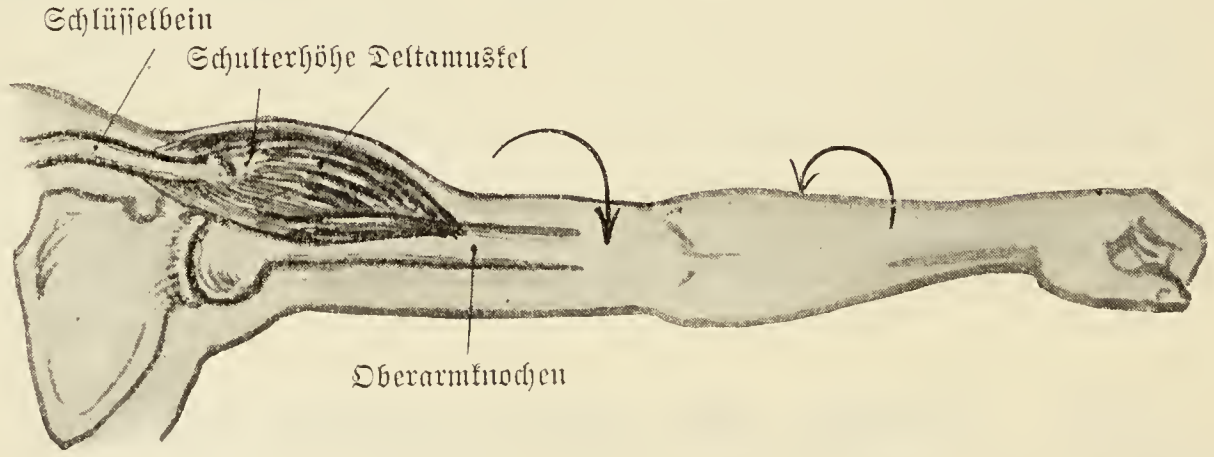


Fig. 206. Drehung des wagerecht ausgestreckten Oberarms nach vorn und hinten in der Richtung der Pfeile.

In dem gewählten Beispiel war die ganze Arbeit: Hebung und Haltung des Armes — eine an sich geringe Kraftleistung, bei zahlreichen Leibesübungen wird das Vielfache an Kraft mit Leichtigkeit bewältigt — dem Deltamuskel aufgebürdet (Fig. 206). Nun kann ich dieselbe Übung so anstellen, daß der wagerecht ausgestreckte

Arm auch noch stark um seine Achse hin- und hergedreht wird. (Armdrehen.) Dabei wird — während bei der einfachen wagerechten Haltung mit dem Handrücken nach oben alle Bündel des Deltamuskels vereint die Armlast trugen — fortschreitend mit der Drehung des Oberarmknochens ein Teil der Bündel des Deltamuskels außer Thätigkeit gesetzt, und nur einzelne aufs äußerste angestrengte Muskelbündel (in der Fig. 207 dunkel getönt) halten die Armlast — wobei die Mithilfe kleiner Schultermuskeln, namentlich des Obergrätenmuskels als unwesentlich außer acht bleiben kann.

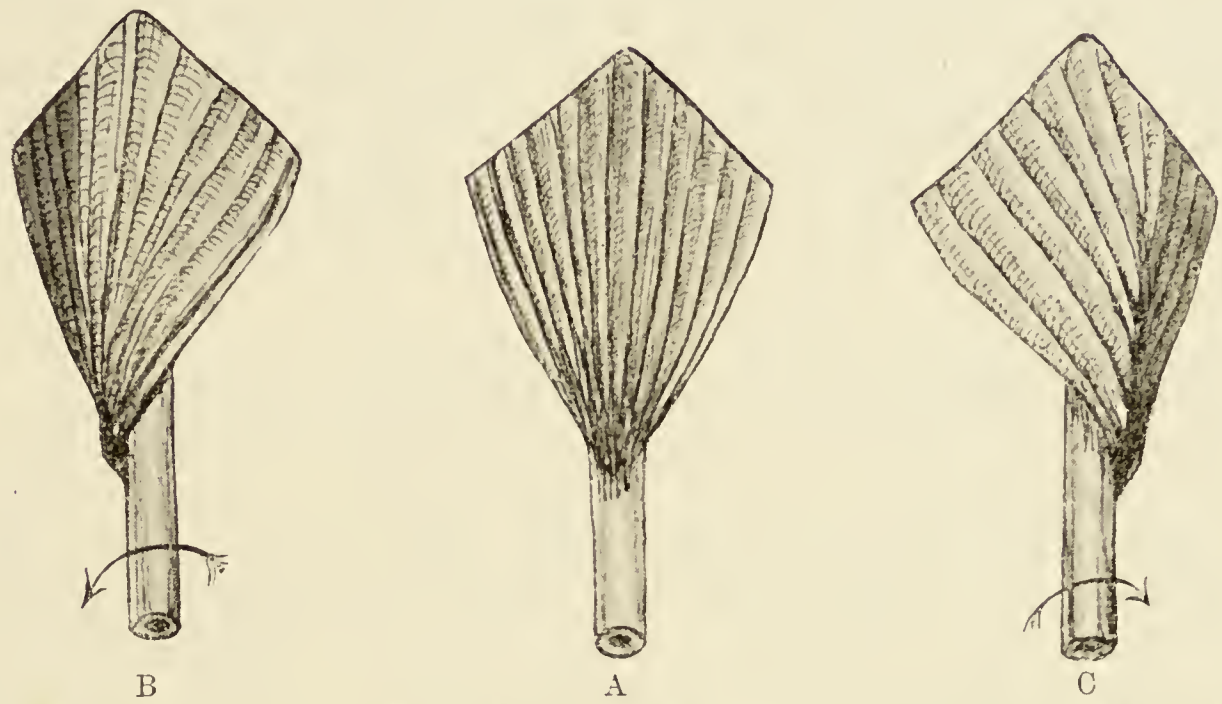


Fig. 207. A Der Deltamuskel bei Drehung des Arms in der Seithebhalte. B Drehung nach außen. C Drehung nach innen. Nur die dunkel angelegten Bündel bleiben in ihrer Richtung. Die anderen wickeln sich um den Oberarmknochen.

Obschon nun dieses der anfänglichen Übung zugefügte Armdrehen mechanisch eine sehr geringe Mehrleistung bedeutet, so wird dadurch der Arm trotzdem bedeutend früher ermüdet. Es tritt viel früher heftiger Schmerz an der Schulter auf, und nicht nur der Deltamuskel selbst wird viel eher leistungsunfähig, sondern zahlreiche andere Armbewegungen werden schwieriger und behindert, obschon die gesamte übrige Armmuskulatur so gut wie gar nicht ins Spiel getreten war, und volle Arbeitsfähigkeit besitzt. Denn die gedachte Übung hatte einzelne Bündel des Deltamuskels derart übermüdet, daß sie bei allen Armbewegungen, an denen sie, wenn auch nur in geringem Grade beteiligt sind, nicht nur bald versagen — dieser Ausfall könnte durch andere Muskeln zum Teil gedeckt werden —, sondern vor allem durch ihre Schmerzhaftigkeit bei jedem leisen Versuch der Bewegung hindernd einwirken; die Schulter ist wie lahm.

Die örtliche (lokale) Ermüdung oder Übermüdung nur einzelner Bündel eines Schultermuskels wirkt mithin beschränkend und lähmend auf die Muskelbethätigung der gesamten Schulter und des Arms.

Führt man durch Übungen, welche zwar keine großen mechanischen Kraftleistungen verlangen, aber letztere ganz unverhältnismäßig kleinen Muskelpartien aufbürden, ähnliche Ermüdungserscheinungen etwa an der Kreuzgegend, an Hüften oder Knieen herbei, so kann auf diese Weise, durch lokale Übermüdung nur vereinzelter und verstreuter Muskelbündel die Thätigkeit der gesamten menschlichen Bewegungsmaschine gehemmt und das Gefühl erweckt werden, als wäre die gesamte Muskulatur durchgearbeitet und ermüdet. Es ist ein leichtes, mittels einiger ausgesuchten Frei- und Gerätübungen, deren Gesamtsumme an mechanischer Leistung recht gering ist, gleichwohl das Gefühl starker Ermüdung in Armen und Beinen hervorzurufen und für einige Tage dem Ungeübten Turnfieber zu verschaffen.

Aus alledem geht hervor: der Grad des Gefühls der Muskelermüdnng ist nicht abhängig von der Größe der geleisteten Muskelarbeit überhaupt, sondern von der Verteilung und Art der Ausführung dieser Arbeit. Große mechanische Arbeit, auf viele Muskeln so verteilt, daß keiner dieser bis zur Grenze der Leistungsfähigkeit angestrengt wird, und für jeden mitarbeitenden Muskel hinreichend Ruhepause gewährt ist, während welcher der Blutlauf die gebildeten Ermüdungsstoffe hinwegschwemmen kann — solche große Arbeit kann mithin ohne das Auftreten jedweder Ermüdungserscheinungen geleistet werden. Umgekehrt kann geringfügige mechanische Arbeit, wenn sie in der Hauptsache nur kleinen Muskelgebieten, oder gar nur einzelnen Muskelbündeln übertragen ist, hier heftige örtliche Ermüdungserscheinungen verursachen, und die Gesamtleistungsfähigkeit der Muskulatur beeinträchtigen.

Diese Gesichtspunkte sind von grundlegender Wichtigkeit, wenn man die Wirkungen der einzelnen Arten von Leibesübungen festzustellen sucht.

§ 74. Allgemeine Muskelermüdung (Erschöpfung).

Allgemeine Muskelermüdung.

Überanstrengung selbst eines ganz kleinen Muskels, ja einzelner Bündel kann also starke örtliche Ermüdung veranlassen, wenn auch die mechanische Leistung eine recht geringfügige war. Andererseits kann aber unsere Muskulatur spielend große Summen von Arbeit, ohne Ermüdung zu zeigen, bewältigen, falls dabei sich nirgendwo in den arbeitenden Muskeln Ermüdungsstoffe anhäufen. Letzteres wird selbst bei lange Zeit hindurch fortgesetzter Arbeit dann vermieden, wenn die Arbeit häufig durch kurze Ruhepausen, die am besten regelmäßig in bestimmtem Rhythmus wiederkehren, unterbrochen wird.

Auf diese Weise vermag der Herzmuskel ununterbrochen zu arbeiten, und eine tägliche Gesamtsumme an mechanischer Kraftleistnng zu erreichen, die geradezu erstaunlich ist (nach Zuntz im Durchschnitt beim Erwachsenen 17280 Kilogrammmeter täglich; d. i. eine Arbeit, der gleich, als wenn man 172,8 Doppelzentner einen Meter hoch heben wollte). Nur bei starker anhaltender Steigerung der Herz-Arbeit, etwa um das 6—8fache, kann auch der Herzmuskel vorübergehende Ermüdungserscheinungen zeigen. Seine vollständige Ermüdung ist gleichbedeutend mit dem Aufhören des Lebens: Tod durch Erschöpfung.

In gleicher Weise wie das Herz, leisten die Atemmuskeln in unaufhörlicher rhythmischer Thätigkeit außerordentliche Kraftsummen, und zeigen ebenfalls nur bei außerordentlicher Steigerung der gewöhnlichen Arbeit Ermüdungserscheinungen.

Nun handelt es sich bei der Arbeit des Herzens und der Atemmuskeln um unwillkürlich (automatisch) erfolgende Thätigkeit.

Was nun die willkürlichen Skeletmuskeln betrifft, so leisten auch sie die größten Arbeitssummen bei rhythmischer Arbeit, die auf viele Muskeln verteilt ist. Solche Arbeit kann dann viele Stunden hindurch fortgesetzt werden, aber nie dauernd, wie Herzschlag und Atmung. Denn bei solcher willkürlichen Dauerarbeit treten stets schließlich Erschöpfungszustände ein, welche die beteiligten Muskeln zur Ruhe zwingen.

Beispiele für solche Arbeitsleistungen, die im rhythmischen Wechsel von Arbeit und Ruhe folgen und Arbeitssummen ermöglichen, wie sie auf andere Weise unsere Muskulatur nicht zu erreichen vermag, bieten die Bewegungen des Gehens, des Steigens, des Laufens, des Schwimmens, des Ruderns, des Radfahrens u. dergl.

Werden Bewegungen letzterer Art sehr lange fortgesetzt, so können sich zwar auch in einzelnen vorzugsweise beteiligten Muskeln — und deren Bewegungsnerven, wovon später — örtliche Ermüdungserscheinungen einstellen. Es tritt aber ein anderes hinzu: das ist Anhäufung von Ermüdungsstoffen im Gesamtblute des Körpers. Die Ausscheidung der Ermüdungsstoffe durch Haut, Nieren und Darm geht nur langsam vor sich. Werden durch reichliche anhaltende Muskelarbeit mehr Ermüdungsstoffe in den arbeitenden Muskeln gebildet und dem Blutstrom überliefert, als ausgeschieden werden können, so müssen sie sich eben im Blute anhäufen.

Und diese mit dem Gesamtblute den Körper durchkreisenden giftigen Stoffe sind es, welche die Erscheinungen der allgemeinen Ermüdung und Erschöpfung hervorrufen. Sie wirken in erster Linie auf das Nervensystem. Es tritt Unlust zur Bewegung auf und gedrückte reizbare Stimmung; die Bewegungen erfolgen schwer und lässig. Nach Aufhören der Bewegung in der Ruhe bemächtigt sich des ganzen Körpers ein Gefühl der Ermattung, der Zerschlagenheit; der Puls ist klein und häufig; die Körperwärme steigt bis selbst zur Fieberhöhe; Appetit zum Essen, den man nach solch einer Leistung und so großem Stoffverbrauch besonders groß erwarten sollte, ist nicht vorhanden; trotz des Gefühls der Erschöpfung, Hinfälligkeit und des Ruhebedürfnisses stellt sich kein Schlaf ein; die Nacht wird vielmehr ruhelos verbracht. Am andern Tage sind die Gliedmaßen noch schwer und wie zerschlagen; im Harn beginnen sich starke Niederschläge, namentlich aus harnsauren Salzen bestehend, zu zeigen. Am dritten Tage ist gewöhnlich die frühere Frische wieder erlangt. Erscheinungen der allgemeinen Ermüdung.

Solche Erscheinungen treten bekanntlich bei übermäßigen Fußmärschen, erschöpfenden Bergbesteigungen, überweiten Radfahrten und ähnlichen Leistungen in bald stärkerem, bald geringerem Grade ein. Sie sind um so ausgesprochener, je weniger der Betreffende an solche große Leistungen gewöhnt ist, während regelmäßige Gewöhnung an Dauerleistungen immer mehr dazu führt, solche ohne den Eintritt heftigerer Allgemeinermüdung zu ertragen (Zustand des Trainiertseins s. u.).

Die allgemeine Muskelermüdung ist also eine Art von Selbstvergiftung des Körpers. Das Blut eines abgehetzten erschöpften Tieres in die Adern eines anderen ausgeruhten Tieres gespritzt, bringt bei letzterem die charakteristischen Erscheinungen der Ermüdung hervor. Das Fleisch von abgehetztem Wild nach einer „ritterlichen" Hetzjagd ist bekanntlich ungenießbar, ja giftig, weil mit Ermüdungsstoffen durchsetzt. —

§ 75. Begriff der Kraft-, Dauer- und Schnelligkeitsübungen.

Im Vorhergehenden traten zweierlei Arten von Muskelarbeit als Ursachen entweder der örtlichen oder der allgemeinen Muskelermüdung hervor, und zwar:

1. Muskelarbeit, die auf bestimmte Muskelgebiete beschränkt ist, kurze Zeit dauert, einmal erfolgt oder nur mehrmals wiederholt wird, und von den beteiligten Muskeln den höchstmöglichen Aufwand von Leistung erfordert. Diejenigen Leibesübungen, welche diese Art von Muskelthätigkeit verlangen, heißen Kraftübungen. Sind die bei einer Kraftübung in Anspruch genommenen Muskelgebiete örtlich begrenzt und von geringem Umfang, wie in dem Beispiel der seitlichen Armhebhalte, von dem wir ausgingen, so bezeichnet man die hierher gehörigen Übungen als begrenzte oder lokalisierte Kraftübungen; handelt es sich um schon umfangreichere Muskelgebiete, so kann man sie als allgemeinere Kraftübungen bezeichnen. Beispiele letzterer sind: das Ringen, das Stemmen schwerster Hanteln. Eine scharfe Grenze ist aber zwischen diesen Unterarten nicht zu ziehen. Kraftübungen. Begrenzte oder lokalisierte Kraftübung. Allgemeine Kraftübung.

2. Muskelarbeit, welche auf zahlreiche große Muskeln so verteilt ist, daß auf jeden einzelnen nur geringere Arbeit entfällt; die längere Zeit hindurch und häufig im rhythmischen Wechsel von Zusammenziehung und Erschlaffung der betreffenden Muskeln erfolgt, und die infolge dieser Dauer und Häufigkeit und infolge der Anteilnahme sehr zahlreicher Muskeln sich zu großen Arbeitssummen anhäuft, addiert.

Dauerübungen.

Hierher gehörige Übungen, bei welchen es darauf ankommt, solche Art von Bewegung möglichst lange auszuführen, heißen Dauerübungen.

Schnelligkeitsübungen.

3. Tritt dagegen der Gesichtspunkt der Dauer zurück, und kommt es darauf an, im schnellsten rhythmischen Wechsel von Zusammenziehung und Erschlaffung in kurzer Frist größere Arbeitssummen zu erreichen, so heißen solche Übungen Schnelligkeitsübungen. Die Schnelligkeitsübungen nähern sich also in ihrem Charakter damit wieder den Kraftübungen.

Hinsichtlich der Ermüdungserscheinungen erzeugen die Kraftübungen örtliche (lokale) Muskelermüdung in größerer (allgemeine Kraftübungen) oder in geringerer (begrenzte Kraftübungen) Ausbreitung. Die Dauerübungen führen zur Allgemeinermüdung. Bei den Schnelligkeitsübungen kommt es gewöhnlich weder zur örtlichen noch zur allgemeinen Ermüdung. Vielmehr ermüden hier am ehesten diejenigen Organthätigkeiten, welche bei den Schnelligkeitsübungen besonders gesteigert werden, nämlich Herzschlag und Atmung.

§ 76. Erholung des Muskels.

Erholung des Muskels.

Der Muskel, welcher bis zur Ermüdung und damit selbst bis zur zeitweiligen Arbeitsunfähigkeit angestrengt war, erlangt nach einer gewissen Zeit der Ruhe seine Arbeitsfähigkeit wieder. — Während der Arbeit hatte der Muskel, wie wir sahen, größere Mengen von Sauerstoff verbraucht. Diesen Verbrauch deckte er nicht nur dadurch, daß er dem Blute viel mehr Sauerstoff entnahm, sondern er verbrauchte auch den im Muskelgewebe selbst noch aufgespeicherten Sauerstoff. Die Zeit der Ruhe benutzt nun der Muskel dazu, diesen Verlust wieder zu ersetzen und neuen Sauerstoff aufzuspeichern. Ebenso werden in der Ruhe die Ermüdungsstoffe aus dem Muskel vollends weggeschafft; die chemische Reaktion des Muskels, während der Arbeit sauer geworden (vorzugsweise durch die entstandene Fleischmilchsäure), wird wieder die neutrale. Dem Bewußtsein giebt sich diese Wiederherstellung des Muskels zur vollen

Kraftgefühl.

Leistungsfähigkeit durch das Gefühl der Frische oder das Kraftgefühl kund, welches namentlich bei allen denen sich in wohlthuender Weise äußert, die in regelmäßiger Bethätigung und Übung ihre Muskulatur ordentlich durchzuarbeiten gewohnt sind.

§ 77. Wachstum des Muskels.

Wachstum des Muskels.

Nach Ruhe gewinnt aber der Muskel nicht nur seine volle Arbeitskraft bald wieder, nein er nimmt auch, je mehr er regelmäßig beschäftigt und geübt wird, an Arbeitsfähigkeit zu; sein Umfang wird ein größerer; seine Konsistenz wird eine festere; die Muskelfasern werden dicker und derber; ja es bilden sich aus den im Muskel vorhandenen bildungsfähigen Elementen, als welche wir die Muskelkörperchen kennen gelernt, neue Muskelfasern. Alles das natürlich nicht ins Ungemessene.

Im thätigen Muskel sind die Blutgefäße stets erweitert; ein stärkerer Strom ernährenden Blutes geht zum arbeitenden oder übenden Muskel. Auch während der Muskelruhe unmittelbar nach Muskelarbeit bleibt eine Zeit lang die vermehrte Blut-

zufuhr bestehen. Dieser lebhaftere Blutstrom führt dem Muskel ein Mehr von ernährenden Stoffen zu. Ebenso begünstigt der Reiz, welchen die Zusammenziehung des Muskels auf die Muskelnerven ausübt, eine Steigerung der Lebensprozesse im Muskel. So werden nicht nur die Verluste infolge der Stoffumsetzung bei der Arbeit leicht wieder gedeckt, sondern es wird darüber hinaus bei regelmäßiger Bethätigung des Muskels und bei günstigen Ernährungsverhältnissen des Körpers noch eine Zunahme an kraftgebender Muskelsubstanz erzielt. Kräftige Entwicklung der Muskulatur — das natürliche Wachstum der Muskulatur in der allerersten Lebenszeit bleibt hier außer Betracht — ist eben nur möglich durch regelmäßige und ausgiebige Muskelarbeit. Umgekehrt nimmt ein Muskel nicht nur nicht zu, sondern wird schwächer, dünner und weicher, wenn ihm jede Bethätigung fehlt. Dauernde absolute Ruhe ist keine Erholung für den Muskel, sondern schädigt denselben.

Damit kommen wir zu einem für jede Art von Übung grundlegenden Gesetze. Dasselbe besagt, daß — im Gegensatz zur toten Maschine aus Menschenhand, die sich durch Arbeit nur mehr oder weniger schnell abnutzt — die Organe des lebenden Körpers nur durch natürliche regelmäßige Bethätigung ihre Lebensfülle und Leistungsfähigkeit wahren, ja bei energischer Bethätigung steigern; daß sie dagegen an Leistungsfähigkeit abnehmen und verkümmern bei andauernder Ruhe oder Nichtbethätigung. Kurz gesagt: Arbeit erhält und mehrt; Müßigsein verzehrt.

Dies Gesetz gilt also nicht allein für die willkürliche Muskulatur, sondern auch für alle anderen Organe des Körpers. Auf ihm beruht der Erfolg jeder Übung; es beweist die Notwendigkeit jeglicher Übung. Inwieweit sich dasselbe modifiziert, je nachdem es sich um den werdenden und sich entwickelnden, um den reifenden, um den reifen, um den vollkräftigen und um den alternden Körper handelt, sei späterer Betrachtung vorbehalten.

Was nun insbesondere die Muskeln betrifft, so fangen dieselben bereits an, zu verkümmern, merklich schwächer, dünner und schlaffer zu werden, wenn sie selbst nur wenige Wochen zur völligen Unthätigkeit gezwungen sind. Ein Arm, der durch einen Gips- oder einen Streckverband unbeweglich gelegt worden war, ist schon nach einigen Wochen dünn und kraftlos im Vergleich zum andern unverletzten Arme geworden. Erst entsprechende Bethätigung und Übung nach erfolgter Heilung giebt solchem Arm die frühere Dicke, der Muskulatur ihren früheren Umfang wieder.

Während beim geübten Turner, Ruderer usw. sich außerordentlich starke Arm-, Schulter- und Brustmuskeln entwickeln, die sich fest anfühlen, bei Zusammenziehung geradezu hart werden, hat der Schwächling, der körperliche Anstrengung scheu meidet, dünne Arme. Seine Muskeln fühlen sich schlaff an und bleiben auch bei Zusammenziehung weich und zusammendrückbar.

Unsere Muskeln machen etwa 45 %, fast die Hälfte der gesamten Körpermasse aus. Außerordentlich blutreich unterhalten sie einen sehr regen Stoffwechsel, der bei Muskelarbeit stundenlang um das mehrfache gesteigert werden kann. Es kann für die gesamten Lebensprozesse nichts weniger als gleichgiltig sein, ob ein so wesentlicher Teil des Gesamtkörpers durch häufige Übung zur ganzen Fülle der Entwickelung gebracht wird und stetig in ihm lebhaftere Stoffumsetzungen unterhalten werden, oder ob durch Nichtbethätigung diese Umsetzungen nur spärliche bleiben, und die ganze Masse des Muskelfleisches auf einem niederen Stand der Entwicklung beharrt. Ohne Zweifel werden in letzterem Falle auch andere Körperthätigkeiten, Verdauung, Stoffansatz usw. ungünstig beeinflußt; selbst die geistige und moralische Energie kann Einbuße erleiden; Daseinsfreude und Genußfähigkeit werden verringert.

§ 78. Athletische Körperform (Fig. 208).

Athletische Körperform.

Andererseits wird das Gleichmaß in der Entwicklung aller Organe des Körpers gestört, wenn durch ein Übermaß von Kraftübungen die Muskeln zur überstarken massigen Entwicklung gebracht werden. Zunächst sind bei Kraftübungen die häufigen Höchstbethätigungen großer Muskelmassen an sich geeignet, die Funktionen wichtiger Organe zu stören und letztere dauernd zu schädigen. Es wird später gezeigt werden, inwiefern stärkste Muskelanstrengungen auf das Herz und die Lungen ungünstig einwirken. Schon die Alten betonten die hinfällige Gesundheit ihrer Berufsathleten. Das frühzeitige traurige Ende so manches in Kraftstücken hervorragenden Athleten — aus den letzten Jahren seien hier nur die Namen Bohlig und Abs genannt, die beide in den besten Mannesjahren dahinstarben — lehrt es, daß der Betrieb schwerster Kraftübungen große Gefahren für die Gesundheit in sich birgt.

Fig. 208. Arm eines Athleten (Sandow).

Sodann aber hat solch Anzüchten großer Muskelmassen namentlich um Schultern und Arme mit einer rechten gymnastischen Körperausbildung nichts gemein. Von einem schönen Ebenmaß des Körpers ist nicht mehr die Rede, wenn der Nacken stiermäßig breit, die Schultern übermäßig ausladend, die Oberarme unförmig dick sind. Die schweren Muskelmassen beeinträchtigen ferner nicht unwesentlich Gewandheit und Beweglichkeit. Und solche sind nicht minder berechtigtes Ziel turnerischer Ausbildung wie Kraft und Stärke. Die schweren Fleischmassen um das Schultergelenk hindern die Beweglichkeit der Arme. Vom Athleten Lutz wird berichtet, daß er nicht im Stande sei, seine Hände weit genug zum Rücken zu bringen, um die Hosenträger hinten anzuknöpfen; die Fleischmassen der Schenkel hindern ihn beim Sitzen, die Beine übereinanderzuschlagen; Bücken ist ihm nur bei gespreizten Knieen möglich. Daß solche ungefüge Körperbeschaffenheit weit entfernt von einem Ideal gymnastischer Ausbildung ist, und selbst zu leichteren Geschicklichkeitsübungen unfähig macht, versteht sich von selbst.

Eine übermäßige athletische Entwicklung der Skelettmuskeln kann man geradezu als eine ungesunde Erscheinung ansehen. Dies geht vor allem daraus hervor, daß bei hervorragenden Athleten oder Kraftmenschen das überstarke Wachstum der Muskeln gar nicht durch unablässige Übung von früher Jugend an erworben ist, sondern eine angeborene, ererbte Eigenschaft ist. Beim Athleten Abs in Hamburg, der seinerzeit wohl als der stärkste Mann in Deutschland gelten konnte, war die Vererbung solchen Riesenwuchses der Muskeln nachweislich. Ebenso beim Athleten Lutz, der zwar in seiner Jugend geturnt hat, aber nicht mehr wie auch seine Altersgenossen. Derselbe besaß auch vor seinem 14. Lebensjahre keinerlei hervorragende Stärke. Erst in den folgenden Entwicklungsjahren begann seine Muskulatur in ganz ungewöhnlichem Grade an Umfang und Masse zuzunehmen. Einige Körpermaße der Athleten Abs und Lutz, denen solche eines kräftigen jungen Mannes mittlerer Entwicklung beigereiht sein mögen, sind nach den Messungen von Dr. F. Engel Reimers in Hamburg (1894) folgende:

Angeborenes Riesenwachstum der Muskeln.

		Lutz	Abs	H.
Körperlänge		186 cm	183 cm	181 cm
Körpergewicht		119.5 Kg	103 Kg.	76 Kg
Brustumfang (Höhe der Brustwarze)		129 cm	114 cm	97 cm
Umfang von	Oberarm gestreckt	40.5 "	35 "	30 "
	" gebeugt	46 "	—	—
	Unterarm	37 "	32 "	30 "
	Oberschenkel (oben)	71 "	66 "	54 "
	Waden	43 "	40 "	32 "

Ganz besonders trat das Krankhafte solch übermäßiger Muskelentwicklung hervor bei dem sogenannten Muskelmann Maul vom Fichtelgebirge. Bei diesem Athleten waren es lediglich die Muskeln des Oberkörpers und der Arme, welche ganz außergewöhnlich entwickelt waren, sich hart anfühlten, und deutlich abgegrenzt wie Wulste unter der Haut vorsprangen, während die Muskulatur der Beine geradezu schwächliche Entwicklung zeigte. Dies gab der ganzen Figur des Mannes, wenn er nackt war ein etwas komisches Aussehen, so als ob man den Rumpf einer Statue des Herkules auf die Beine einer zarten Bachusfigur gesetzt hätte. Wie bei diesem Manne die Muskeln des Rumpfes und der Arme übermächtig gewachsen waren und überstark wurden, so verkümmerten sie auch einer nach dem andern von selbst wieder, im Verlauf eines früh sich einstellenden schweren Rückenmarksleiden. —

§ 79. Erscheinungen beim durchgeübten oder tränierten Muskel.

Tränierte Muskeln

Die Übung ist es, welche den Muskel formt, je nach Art der Muskelarbeit in verschiedener Weise. —

Bei häufigen Kraftübungen, wenn sie jedesmal augenblickliche Höchstleistung des Muskels, d. i. seine stärkste Zusammenziehung unter Überwindung des größtmöglichen Widerstandes oder Hebung der größtbezwinglichen Last erfordern, nimmt der Muskel am schnellsten und in ausgesprochenster Weise an Umfang und Festigkeit zu. Wird beim regelmäßigen Betrieb solcher Übungen die vom Muskel zu leistende kurzdauernde Höchstarbeit langsam gesteigert — z. B. durch Heben immer schwererer Gewichte — so erreichen die vorzugsweise ins Spiel kommenden Muskeln, entsprechende Ernährung vorausgesetzt, allmählich den höchstmöglichen Grad ihres Wachstums und

ihrer Leistungsfähigkeit für diese besondere Art der Bethätigung. Das geht natürlich nicht ins Ungemessene fort, vielmehr besteht für jeden einzelnen Muskel eine Grenze der möglichen Ausbildung. Ist diese erreicht, sind die in den betreffenden Muskeln vorhandenen bildungsfähigen Elemente alle ausgewachsen, so hört die weitere Steigerung von selbst auf. Ja auch der erreichte höchste Grad von Leistungsfähigkeit ist keine dauernde Eigenschaft, sondern kann nur durch entsprechende Übung festgehalten werden. Sowie darin eine längere Unterbrechung stattfindet, geht ein gutes Teil der erlangten Kraft wieder verloren. Der Muskel, der durch unablässige Übung, womöglich auch durch besondere stickstoffreiche Kost und Fernhaltung aller auf die Muskelkraft ungünstig einwirkenden Schädlichkeiten (Alkoholgenuß; Rauchen; geschlechtliche Ausschweifung) auf die Höhe seiner Entwicklung und Leistungsfähigkeit gebracht, zur bestmöglichen Verfassung für Kraftleistungen träniert worden war, verliert diese Verfassung bald, wenn die Vorbereitungszeit zu Ende ist, und die gewohnte frühere Lebensweise wieder Platz greift.

Nun führt aber nicht jede Art regelmäßiger Muskelthätigkeit zu gleichen Ergebnissen hinsichtlich der Form und der Leistungsfähigkeit des Muskels. Wie der Muskel geübt und erzogen werden kann zu kurzdauernden Höchstleistungen an Kraft, also zu Kraftübungen — und hier wird er um so leistungsfähiger sein je größer die Masse kraftgebender Muskelsubstanz, d. h. je dicker und fester der Muskel ist —, ebenso kann er auch geübt werden zu Dauer- und Schnelligkeitsleistungen. Wir sahen oben, daß bei letzteren Bewegungsarten die einmalige Kraftleistung des einzelnen mitbeteiligten Muskels eine geringe ist, und daß erst durch Summierung zahlreicher kleiner Leistungen schließlich eine Leistungssumme sich anhäuft, die als mechanische Arbeit bewertet bei weitem das übertrifft, was an Arbeitsgröße durch Kraftübungen erreicht werden kann. Um aber solche kleine Leistungen abwechselnd mit kurzen Ruhepausen lange Zeit hindurch immer wieder zu verrichten, bedarf der Muskel keiner sonderlichen Vergrößerung seiner Masse, keiner Umfangszunahme und Vermehrung seiner Fasern, sondern er bedarf der Fähigkeit, möglichst wenig ermüdbar zu sein.

Der Schneider, der auf seinem Tisch sitzend stundenlang beim Nähen nach jedem Stich immer wieder seinen Faden auszieht, hat womöglich recht dünne zu Kraftleistungen selbst geringen Grades unzulängliche Arme. Setzt man aber jemanden an seine Stelle, der zwar sich strotzender Armmuskeln erfreut und seine 50 Kilo zu stemmen vermag, jener Dauerarbeit aber ungewohnt ist, so wird sein Arm gar bald ermüdet hinsinken, wenn er in gleicher Weise Stich für Stich seinen Faden ausziehen soll.

Die Fähigkeit zu größeren Dauerleistungen ist also durchaus nicht mit außerordentlichem Wachstum der Muskelfasern verknüpft; umgekehrt braucht der zu großen Dauerleistungen geübte und tränierte Muskel nicht auch zu sonderlichen einmaligen Höchstleistungen geschickt zu sein. Völkerschaften, welche durch außergewöhnliche Ausdauer und Behendigkeit in langen Märschen wie im Lauf sich auszeichnen, so die Abessinier, die Araber, die Buschmänner usw. haben schlanke Beine und dünne Waden. Ebenso kann man bei ausgezeichneten Bergsteigern, bei guten Läufern, bei hervorragenden Radfahrern beobachten, daß ihre Beinmuskeln durchaus keine übermäßige Entwicklung zeigen, sondern daß ihre Beine schlank und sehnig sind.

Ohne Zweifel ist eine Gymnastik, welche vorzugsweise aus kurzdauernden Kraft- und Geschicklichkeitsübungen besteht und die eine starke Muskulatur herausbildet, gleichwohl eine ganz einseitige und läßt wichtige Seiten der körperlichen Erziehung außer acht, wenn sie nicht auch zu Dauer- und Schnelligkeitsübungen heranbildet. Daß letzteren für die Wehrfähigkeit besonderer Wert innewohnt, sei nur kurz erwähnt.

Harmonische Ausbildung.

Mit keinem Schlagwort ist in der körperlichen Erziehung ein solcher Mißbrauch getrieben worden, als mit dem der „harmonischen Ausbildung“. Die Lingsche Schule

ging davon aus, einen jeden Muskel des Körpers in gleicher Weise zu üben, und so eine Harmonie in der gleichmäßigen Ausbildung der Muskulatur des ganzen Körpers zu erzielen. Genau dasselbe erstrebte im Grunde das Turnen bloß in Frei- und Gerätübungen. Nur wurde hier nicht der Weg eingeschlagen, den Übungsstoff auf die Ausbildung bestimmter Muskelgebiete abzuzwecken, sondern die „allseitige" Ausbildung durch möglichsten Reichtum der Übungsformen zu erzielen. Damit trat neben der bloßen Ausbildung der Muskelkraft auch die Beherrschung der Muskulatur zu verwickelten Bewegungsanforderungen, d. h. die allseitige Geschicklichkeit in ihr Recht. Nicht aber hinsichtlich der Muskeln die harmonische Ausbildung der Funktionen derselben: die Erziehung zur Dauerarbeit entfiel mehr oder weniger vollständig. Ebenso kam nicht zur Geltung die harmonische Ausbildung aller wichtigen Körperorgane und Organthätigkeiten. Kritiklose Anhäufung eines unübersehbaren Reichtums von Bewegungsformen, der lediglich nach erfahrungsgemäß festgesetzten Schwierigkeitsstufen geordnet ist, ist nicht der Weg, um unserer Jugend eine wahrhaft allseitig bildende und allseitig entwickelnde Körpererziehung zu bieten! —

Um zur Übung der Muskeln zurückzukehren, so fragen wir uns, welche Eigenschaften durch Übung erworben, den Muskel zu besonderen Leistungen sowohl nach der Richtung der Kraft wie namentlich nach der Richtung der Dauer befähigen?

Jede Muskelarbeit ist begleitet von stofflichen Vorgängen. Eine Reihe von Stoffen erleiden, wie wir oben sahen, bei der Muskelarbeit einen Verbrennungsprozeß, eine Oxydation. Die Endprodukte dieser kraftgebenden Umsetzungen sind Kohlensäure und sogenannte Ermüdungsstoffe.

Sparsamere Arbeit des geübten Muskels.

Durch vielfache Untersuchungen ist der Nachweis erbracht, daß bei gleicher Arbeitsleistung der geübte oder trainierte Muskel sehr viel weniger Kohlensäure und Ermüdungsstoffe liefert, als der ungeübte. Bei letzterem haben sich Fett und andere leicht zersetzbare Stoffe angehäuft, welche zunächst bei der Muskelarbeit zersetzt werden, und große Mengen von Kohlensäure liefern. Zudem ist der ungeübte Muskel wasserreicher.

Daher bedarf der, welcher selten sich bewegt, bei umfangreicherer Muskelarbeit stärkster Steigerung der Atmung und gerät leicht in Atemnot — z. B. beim Bergsteigen, bei kurzem Lauf und dergleichen. Der regelmäßig geübte oder trainierte Muskel dagegen hat seine Vorräte an Fett und anderen Reservestoffen verbraucht. Die in ihm stattfindenden Umsetzungen sind anderer Art, indem nach Aufzehrung der vorhandenen Reservestoffe lediglich der Kraftvorrat der Nahrung zum Unterhalt der Arbeit dient. Vor allem arbeitet er weit sparsamer. Die Atmung wird weniger angestrengt: denn die Masse der auszuscheidenden Kohlensäure ist weit geringer, so daß Atemerschöpfung und unmittelbare Ermüdung nicht so leicht eintreten können.

Es sind also zunächst rein stoffliche Vorgänge, welche den Muskel zur Bezwingung größerer Arbeitssummen befähigen. Die Behauptung, daß rein formale Übung, welche die besondere Erziehung zu Schnelligkeits- und Dauerleistungen außer acht läßt, gleichwohl zu letzteren geschickt mache, ist eine falsche. Nur dem geübten Läufer gestattet die weniger massenhaft auftretende Kohlensäure das Gleichmaß zwischen Bewegung und Tiefatmung inne zu halten, und sowohl die Schnelligkeit des Laufs aufs höchste zu steigern wie die Dauer des Laufs.

Nun kommen aber auch noch andere Umstände in Betracht, welche den durchgeübten Muskel zu größeren Leistungen befähigen. Zunächst erhöht regelmäßige eingreifende Übung die Fähigkeit des Muskels sich zusammenzuziehen. Er wird reizbarer, indem geringere Willensanstöße schon genügen, um ihn zur Arbeit, zur Zusammenziehung zu vermögen. Sodann werden aber auch die Bewegungsnerven weniger ermüdbar. Je mehr gekannt eine Bewegung ist, d. h. je länger sie ausgeführt war,

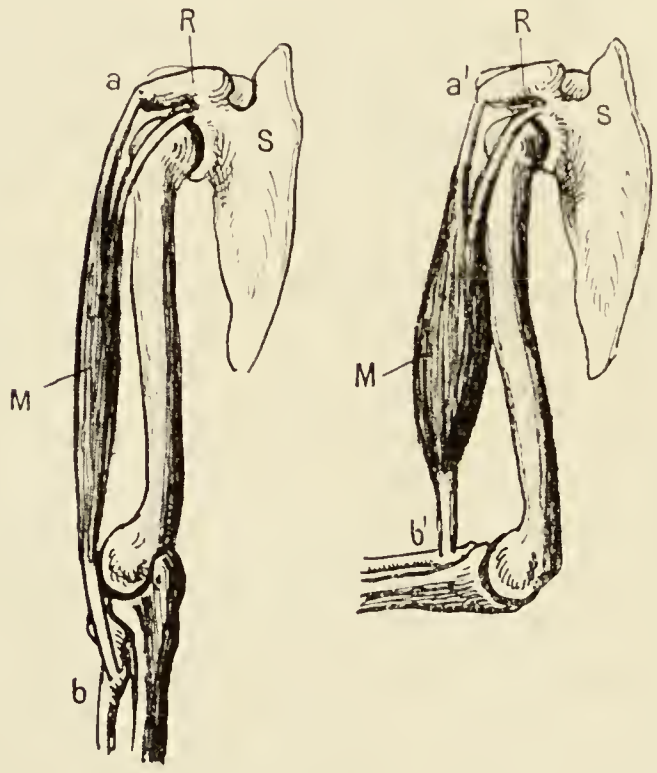
und je häufiger der Wille bestimmte Nervenbahnen betreten hat, um so geläufiger wird ihm dieser Weg. Handelt es sich, wie bei den Schnelligkeits- und Dauerübungen gar um rhythmisch immer wiederkehrende Bewegungsformen, so werden letztere schließlich halbautomatisch, erfolgen bei geringstem Willensanstoß von selbst; die Nervenarbeit wird dabei auf das geringste Maß zurückgeführt. Damit wird aber auch die Ermüdbarkeit der betreffenden Nerven weit geringer. Die Möglichkeit, daß rein automatische Bewegungen, wie Herzschlag und Atmung unausgesetzt ohne Ermüdung erfolgen können, beruht eben zum Teil darauf, daß die Herz- und Atmungsnerven bei der gleichmäßigen rhythmischen Arbeit Ermüdungsvorgänge nicht zeigen. Ähnliches findet für alle diejenigen erlernten Bewegungen statt, welche in bestimmtem Rhythmus sich vollziehend, so gut wie automatisch geworden sind. —

Durch Übung wird also der Muskel nicht nur kräftiger, sondern der geübte Muskel arbeitet auch mit geringerem Stoffumsatz und arbeitet weniger leicht.

§ 80. Arbeitsleistung des Muskels.

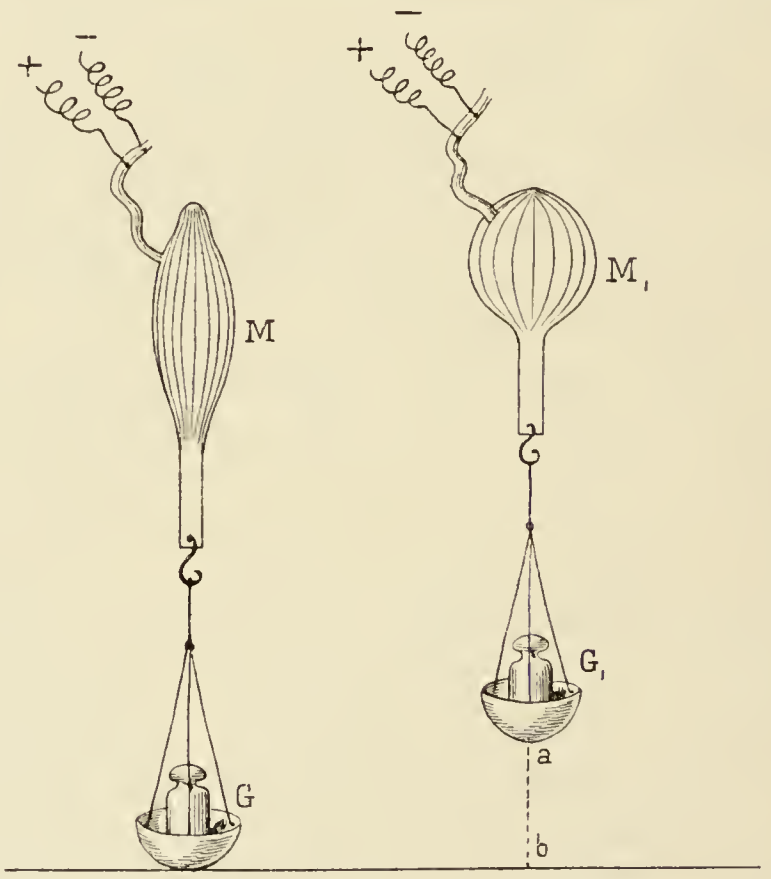
Arbeitsleistung des Muskels.

Die Muskeln sind derart zwischen mehreren Knochen mit ihren Enden (dem Ursprung und dem Ansatz) ausgespannt, daß sie dabei mindestens ein, zuweilen auch zwei und mehrere bewegliche Gelenke überspringen. Sowie sie sich zusammenziehen, kürzer und dicker werden, nähern sie Ursprung und Ansatz zu einander, und bewegen



I II

Fig. 209. Wirkung des zweiköpfigen Armbeugers. In I der Muskel in Ruhe, in II zusammengezogen. — S Schulterblatt; R Rabenschnabelfortsatz; a a' Ursprung des kurzen Kopfes des Muskels; b b' Ansatz an der Speiche; M Muskelbauch.



I II

Fig. 210. Muskel M in Ruhe mit anhängendem Gewicht G (I). In II der Muskel nach Reizung durch die am Nerven angebrachten elektrischen Pole zusammengezogen. a b = Hubhöhe.

somit die zugehörenden Knochen. Der zweiköpfige Beugemuskel des Oberarms mit den beiden Ursprüngen am Schulterblatt und dem Ansatz an der Speiche überspringt zwei Gelenke: das Schultergelenk und das Ellbogengelenk (Fig. 209). Indem der Muskel sich zusammenzieht und verkürzt, nähert er den Ansatz b dem Ursprung a, die Entfernung a b wird verkürzt zur Entfernung a'b'. Der Muskel bringt dadurch eine Beugung der Speiche und mit dieser des Unterarms zum Oberarm zu stande.

Die Knochen werden also wie Hebelarme bewegt. — Die Verkürzung des Muskels findet nur im eigentlichen Muskelfleisch statt, die Sehne ist lediglich Verbindungsstück zwischen Muskelfleisch und Knochen.

Die Muskeln sind die vollkommensten Kraftmaschinen, indem sie nicht nur die infolge der Verbrennung ihrer Stoffe frei werdenden Kräfte vollständiger ausnutzen als irgend eine Maschine von Menschenhand, sondern auch, anstatt Abnutzung zu erfahren, durch häufige Arbeit nur noch ausdauernder und stärker werden.

Bezeichnet man die Arbeit des Muskels M mit A, das vom Muskel zu hebende Gewicht mit G, die Höhe ab (Fig. 210) bis zu welcher das Gewicht gehoben wird oder die Hubhöhe mit H, so ist die von einem Muskel geleistete Arbeit gleich dem Produkt aus Hubhöhe und Gewicht oder $A = H \cdot G$.

Dabei gelten folgende Gesetze:

1. Der Muskel kann um so *größere* Last heben, je größer sein Querschnitt, oder je *dicker* der Muskel ist, d. h. je *mehr* Muskelfasern im Muskel nebeneinander liegen.

2. Der Muskel vermag eine Last um so *höher* zu heben, je *länger* er ist, d. h. je länger seine Muskelfasern sind.

3. Der Muskel kann das größte Gewicht *bei beginnender Verkürzung* heben, bei fortschreitender Verkürzung stetig nur kleinere Gewichte.

Das heißt also, daß der Muskel dann am leistungsfähigsten ist, die größte Arbeit bewältigen kann, wenn er im Augenblick, wo er arbeiten soll, nicht bereits etwas verkürzt ist. Der elastische Muskel verhält sich hier also ähnlich, wie eine lange elastische Spiralfeder. Auch diese zieht am kräftigsten aus ihrer größten Dehnung heraus.

Auf dieser Eigenschaft des Muskels beruht es, daß zu jeder besonders kraftvollen Muskelleistung die vorzugsweise arbeitenden Muskeln erst gedehnt werden müssen. Wir nennen diesen Vorgang das *Ausholen*.

Ausholen des Muskels.

Der *Springer* kann nicht aus dem Stand unmittelbar ein Hindernis überspringen — denn bei gestreckter Haltung ist der große Streckmuskel des Oberschenkels, welcher vorzugsweise das Körpergewicht beim Sprung emporwirft, bereits im Zustand der Zusammenziehung. Dieser Muskel muß, um wirksam werden zu können, erst dadurch gedehnt werden, daß vor Ausführung des Sprungs eine Kniebeuge gemacht wird.

Beim *Wurf* mit einem Stein oder einem Speer und dergl. ist es der große Brustmuskel, welcher durch heftige plötzliche Zusammenziehung die Wurfbewegung des Armes veranlaßt. Nur dann, wenn der Arm nach hinten geführt und so der Brustmuskel erst gespannt wird, um seine volle Verkürzung aus dem Zustand größtmöglicher Dehnung heraus erfolgen zu lassen, ist ein mächtiger Wurf möglich.

Kommt es nicht darauf an, eine Bewegung mit voller Kraft und Wucht auszuführen, sondern derart, daß sie zart, und genau abgemessen erfolgt, so wird nicht erst weit ausgeholt und der Muskel erst gedehnt, sondern derselbe kann bereits in beginnender Verkürzung begriffen sein.

Hat man z. B. eine harte Nuß aufzuknacken, so schiebt man dieselbe zwischen die Backzähne, so daß der Kaumuskel möglichst gedehnt und seine volle Kraft der Verkürzung ausgenutzt wird. Andererseits: will man von einer weichen Frucht oder einem weichen Marzipangebäck Stückchen nach Stückchen langsam abbeißen und genießen („abknabbern"), so braucht man dazu die Schneidezähne, wobei der Mund nur eben geöffnet, der Kaumuskel nur kaum gedehnt zu werden braucht.

Die Notwendigkeit, die Muskeln, welche Höchstleistungen verrichten sollen, vorher zu dehnen, und vorher ausholende Bewegungen zu machen, spielt in dem ganzen Gebiet der Leibesübungen eine wichtige Rolle.

4. Wird das Gewicht, welches ein Muskel heben soll, mehr und mehr vergrößert, so kommt schließlich eine Grenze, über welche hinaus der Muskel das Gewicht nicht mehr zu heben vermag, ja wo weitere Vermehrung des Gewichts dazu führt, daß der überlastete Muskel, anstatt auf stärksten Reiz sich zusammenzuziehen, umgekehrt noch gedehnt wird. Das Gewicht, welches der Muskel bei stärkstem Reiz eben nicht mehr zu heben vermag, von dem er aber auch noch nicht gedehnt wird, giebt die absolute Muskelkraft an.

Absolute Muskelkraft.

Man hat dieselbe auf 1 Quadratcentimeter Querschnitt des Muskels berechnet. Man findet den mittleren Querschnitt eines Muskels, wenn man sein Volum durch die Länge des Muskels dividiert. Das Volum des Muskels ist gleich seinem absoluten Gewicht dividiert durch das spezifische Gewicht der Muskelsubstanz. Letzteres ist = 1058.

Die gefundenen Werte für die absolute Muskelkraft verschiedener Muskeln des Menschen sind stark voneinander abweichend.

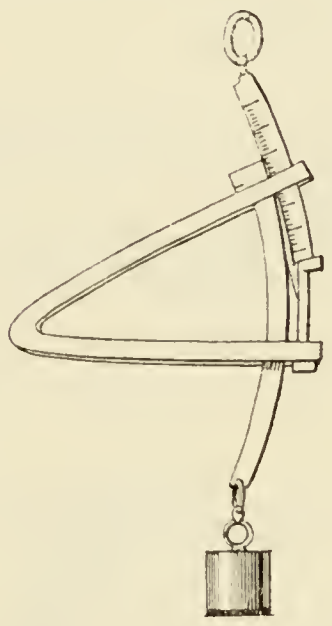


Fig. 211. Dynamometer für Zug.

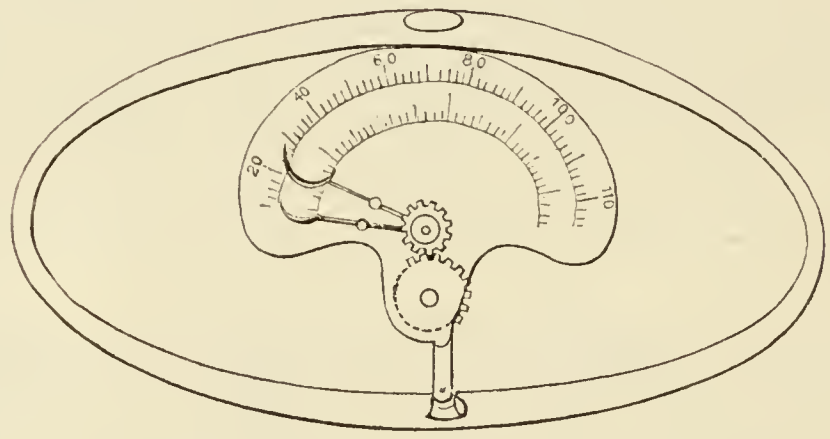


Fig. 212. Dynamometer von Collier für Druck.

Dynamometermessungen.

Für Muskelgruppen z. B. der Hand, des Oberarms usw. kann die absolute Muskelkraft durch Druck oder Zug mittels der sogenannten Dynamometer oder Kraftmesser bestimmt werden, die meist nach Art der Federwagen mit Zeiger gebaut sind (Fig. 211 u. 212).

Quetelet bestimmte als „mittlere Lendenstärke" das größte mit beiden Händen vom Boden aufzuhebende Gewicht und fand folgende Durchschnittsziffern, die für das Wachstum und die Wiederabnahme der Muskelkraft in den verschiedenen Lebensaltern besonders Interesse bieten.

Alter in Jahren:	Männlich: kg	Weiblich: kg	Unterschied:	Verhältnis der Kraft des weiblichen zu der des männlichen Geschlechts wie 1 :
5	21	—	—	—
6	24	—	—	—
7	29	—	—	—
8	35	25	10	1,4
9	41	28	13	1,4
10	45	31	14	1,4
11	48	35	13	1,4
12	52	39	13	1,4
13	63	43	20	1,5

Alter in Jahren:	Männlich: kg	Weiblich: kg	Unterschied:	Verhältnis der Kraft des weiblichen zu der des männlichen Geschlechts wie 1:
14	71	47	24	1,5
15	80	51	29	1,6
16	95	57	38	1,7
17	110	63	47	1,7
18	118	67	51	1,8
19	125	71	54	1,8
21	138	76	62	1,8
23	147	80	67	1,9
25	153	82	70	1,9
27	154	83	71	1,9
30	154	—	—	—
35	154	83	71	1,9
40	122	—	—	—
50	101	59	42	1,71
60	93	—	—	—

Danach ist in den kräftigsten Jahren von 25—35 die Kraft des Mannes der des Weibes am meisten überlegen.

Kotelmann bestimmte mittels des Dynamometers von Collin folgende Ziffern über die Druck- und Zugkraft von Knaben:

Alter:	Druckkraft beider Hände: kg	Zugkraft beider Arme: kg	Druckkraft der Schenkel: kg
9	20.88	11.01	25.84
10	21.39	13.00	26.29
11	23.33	14.22	27.09
12	25.51	16.13	27.51
13	26.74	18.05	29.54
14	31.10	19.73	34.36

Neuerdings hat ein amerikanischer Arzt, Dr. Kellogg in Battle Creek, Michigan, ein Universal-Dynamometer konstruiert, welches die Muskelkraft einer Reihe von Muskelgruppen an Armen, Rumpf und Beinen, angeblich selbst der Arbeit der einzelnen Atemmuskeln zu messen gestattet. Durch Eintragung der gefundenen Werte, sowie der Körpermaße und des Körpergewichts in recht ausführliche Formulare, welche Eintragungen nach bestimmten Zeitabschnitten immer wiederholt werden, erhält man einen guten Überblick über die Leistungsfähigkeit der Muskulatur eines Menschen, sowie über die Erfolge der von der betreffenden Versuchsperson betriebenen gymnastischen Übungen, — soweit sich diese Erfolge überhaupt durch solche Messungen feststellen lassen.

Wie schon früher bemerkt, sind die Ziele rechter erzieherischer Leibesübungen keineswegs mit einer bloßen Kräftigung der Muskeln des Körpers erschöpft. Für die Muskeln selbst ist außer der Zunahme ihrer Kraftfülle für einmalige Kraftleistungen auch die Vermehrung der Ausdauer, Schnelligkeit der Willensübertragung usw. von Belang. Dazu kommen dann noch die Einwirkungen der Leibesübungen auf das Nervensystem (z. B. Geschicklichkeit, Schlagfertigkeit u. dergl.), auf die Herzthätigkeit und den Blutumlauf, auf die Atmung, auf die Verdauung und den gesamten Stoffwechsel hinzu. Mithin sind die mit solchem „Universal-Dynamometer" erzielten

Ergebnisse nur mit Vorsicht zu verwerten, und jedenfalls nicht geeignet, um darauf ein Urteil über den größeren oder geringeren Wert der verschiedenen Systeme von Leibesübungen zu begründen.

Maß der Arbeitsleistungen.

Will man die mechanischen Arbeitsleistungen, welche ein Mensch verrichtet, messen, so bedient man sich als Maßeinheit derjenigen Kraft, welche erforderlich ist, um ein Kilogramm einen Meter hoch zu heben. Diese Maßeinheit bezeichnet man als Kilogramm-Meter (kg-m).*)

Die größten Arbeitssummen sind auf dem Wege der Dauerleistungen möglich. Sie betragen für den kräftigen Erwachsenen über 300 000 kg-m in 24 Stunden.

Arbeitsleistung beim Bergsteigen.

So ist es einem geübten Bergsteiger wohl möglich, auf bequemen Wegen mittlerer Steigung in 8—10 Stunden (ohne die Erholungspausen zu rechnen) 4000 Meter zu steigen, d. h. das eigene Körpergewicht 4000 Meter hoch zu heben. Bei einem Körpergewicht von 75 kg wäre dies gleich einer mechanischen Arbeitsleistung von $75 \times 4000 = 300\,000$ kg.

Dazu kommt nun noch die Belastung mit Kleidung, Rucksack usw. in Rechnung. Nimmt man das Gewicht davon nur zu 5 kg an, so käme zur obigen Summe von 300 000 kg-m noch $5 \times 4000 = 20\,000$ kg-m hinzu.

Indes stellt auch diese Arbeitssumme von 320 000 kg-m bei weitem nicht die gesamte Muskelleistung im gedachten Falle dar. Es muß hinzugerechnet werden zur reinen Steigarbeit die horizontale Vorwärtsbewegung des Körpers, die Schwingung (Vor-Aufwärtssetzen) der Beine, und die bedeutende Begleitarbeit des Herzens und der Atemmuskeln. —

Arbeitsleistung beim Radfahren.

Eine Bewegungsform, welche dem Steigen durchaus an die Seite zu stellen, ist das Radfahren, ein „Treppensteigen im Sitzen". Dasselbe gestattet Arbeitsleistungen von einer Höhe, wie sie kaum bei einer anderen Bewegungsart möglich sein dürften. — Beim Fahren auf der Ebene ist die Arbeitsleistung des Radfahrens — nach Berechnungen von Rankine; ähnliche Werte fand Zuntz — der gleich, als wenn das Körpergewicht des Fahrenden um $^1/_{40}$ der zurückgelegten Strecke senkrecht in die Höhe gehoben würde.

Ein geübter Radfahrer vermag in einer Stunde 30 Kilometer zurückzulegen, das wäre bei einem Körpergewicht von 75 kg:

$$\frac{30\,000 \cdot 75}{40} = 56\,250 \text{ kg-m.}$$

Bei einer Fahrt mit gleicher Schnelligkeit 6 Stunden hindurch über 180 Kilometer wäre die Gesamtarbeit

$$= \mathbf{337\,500 \text{ kg-m}},$$

also ähnlich der oben für einen Bergsteiger angegeben. Solche Leistung auf dem Rade ist dem Liebhaber wohl erreichbar.

Ganz andere Leistungen liegen bei sportsmäßig trainierten Fahrern vor.

Ein Rennfahrer, der 60 Kilometer in einer Stunde zurückgelegt, und diese Leistung ist bei Berufsfahrern keine Seltenheit mehr, würde bei 60 kg Körpergewicht — meist handelt es sich um leichte, durch das Trainieren in ihrem Körpergewicht herabgesetzte junge Leute — in einer Stunde eine Arbeit leisten von

---

*) Man findet hier und da einen Unterschied durchgeführt zwischen „Meter-Kilogramm" (m-kg), welche Bezeichnung nur für die eigentliche mechanische Arbeit, die sich in Hebung einer Last ausspricht, gebraucht wird, und „Kilogramm-Meter" (kg-m) für die Transportarbeit bei horizontaler Fortbewegung. Um Verwirrung zu vermeiden ist diese Unterscheidung hier nicht gemacht worden.

$$\frac{60\,000 \cdot 60}{40} = \mathbf{90\,000\ kg\text{-}m},$$

d. h. eine Arbeit, als ob man eine 100 Pfund schwere Hantel in einer Stunde 900 mal zwei Meter stemmen wollte!

Die Distanzfahrt Wien-Berlin 1893 wurde von dem Distanzfahrer Fischer zurückgelegt in 31 Stunden. Die Strecke war lang 582,5 Kilometer. Das wäre für einen 60 kg schweren Fahrer also eine Arbeitsleistung von

$$\frac{582\,500 \cdot 60}{40} = 873\,750\ \text{kg-m}.$$

Allerdings Leistungen, welche der Grenze der mit dem Rad überhaupt zu erreichenden Leistungsfähigkeit nahe kommen, und nur körperlich ausnahmsweise beanlagten und in strengem Tränieren herangeübten jungen Leuten einmal gelingen.

Arbeitsleistung beim Marsch.

Große Summen an mechanischer Arbeit sind auch durch den Marsch in der Ebene zu erzielen. Weisbach berechnet den beim Ausschreiten auf einer horizontalen Wegestrecke S geleisteten Arbeitsaufwand so, daß er ihn gleich setzt dem Arbeitsaufwand beim senkrechten Steigen auf die Höhe $^1/_{12}$ S. Nach dieser Berechnung — es liegen auch andere, zum Teil höhere Berechnungen vor — würde ein Mann von 75 kg Körpergewicht bei einem Marsche über 50 Kilometer an einem Tage, also einer recht mäßigen Leistung, schon eine Arbeit verrichten von

$$\frac{50\,000 \cdot 75}{12} = 312\,500\ \text{kg-m}$$

und bei einem Marsche über 75 Kilometer

$$468\,750\ \text{kg-m}.$$

Arbeitsleistung beim Lauf.

Geringer sind die beim schnellen Lauf möglichen Arbeitsleistungen. Marey berechnete, daß ein 75 kg schwerer Läufer bei 300 Laufschritten in der Minute für jeden Laufschritt 24,1 kg-m Arbeit leiste, bei einer Schrittlänge von etwa 1,5 m für den Laufschritt wäre das eine Schnelligkeit von 450 m in der Minute — also die Schnelligkeit eines sehr guten Wettläufers. Die Arbeitsleistung für solchen Einminutenlauf über 450 m wäre $300 \cdot 24{,}1 = 7203$ kgm. Immerhin eine Leistung, die durch eine Kraftübung, wie Hantelstemmen, auch nicht entfernt in solcher Zeit zu erreichen ist.

Wollte man aber mit solchem schnellsten Lauf die Arbeitsleistung von 320000 kg-m, welche wir oben beim Bergsteigen, Radfahren und Marschieren als erreichbar in 24 Stunden fanden, in einem Tage leisten, so müßte solcher Wettlauf über 450 m $\frac{320000}{7230} = 44{,}2$, also mehr wie 44 mal an einem Tage unternommen werden; oder, auf den vielgepflegten 200 m-Lauf umgerechnet, so müßte 99 mal an einem Tage ein Wettlauf über 200 m unternommen werden können. Das ist einfach unmöglich.

Anders liegt die Sache für den langsameren Dauerlauf. Hier sind zweifellos größere Arbeitssummen zu erreichen, wenn sie auch wegen der anhaltenden Steigerung der Herz- und Lungenthätigkeit hinter den obengenannten Leistungen zurückbleiben müssen.

Was das Dauerrudern und Dauerschwimmen betrifft, so belasten sie die Atemthätigkeit zu stark, um jene Höchstsummen an Arbeitsleistung in 24 Stunden erreichen zu lassen. Zuverlässige Berechnungen liegen nicht vor.

Man kann also wohl als feststehend annehmen, daß keine Art von Dauerleistung so große Arbeitssummen zu erreichen gestattet als wie das Bergsteigen, das Radfahren und der Marsch. —

Nehmen wir für das Bergsteigen in 8 Stunden als höchstmögliche Leistung rund 300,000 kgm mechanischen Nutzeffekts an, so giebt dies für die Sekunde

$$\left(\frac{300000}{8 \cdot 60 \cdot 60} = \frac{300000}{28800} = 10{,}5\right)$$

einen Mittelwert von über 10 kgm.

Da die Sekundenarbeit des Pferdes auf 70—75 kgm geschätzt wird, so leistet der Mensch also bei solchen Dauerbewegungen $^1/_7$ Pferdekraft.

§ 81. Arbeitsart der Muskeln.

Arbeitsart der Muskeln.

Nach der Art, wie die Muskeln arbeiten, können dieselben in verschiedene Gruppen eingeteilt werden. Es stehen vor allem gegenüber die meist unwillkürlichen, einen Hohlraum — welchen sie durch Zusammenziehung verkleinern — umgebenden Muskeln, sowie die Muskeln, welche die Mündung eines Hohlraums schließen und öffnen, einerseits; andererseits die willkürlichen Muskeln des Skeletts, welche mit bestimmtem Ursprung und Ansatz zwischen Knochen ausgespannt sind und diese in ihren Gelenken bewegen.

A. Muskeln ohne bestimmten Ursprung und Ansatz.

Hohlmuskeln.

1. Hohlmuskeln.

a) Hohlmuskeln die einen kugeligen Hohlraum umschließen. Dieselben wirken ähnlich fortbewegend auf den Inhalt des Organs, dem sie angehören, wie die Hand, welche einen mit Wasser gefüllten Gummiballon mit kleiner Öffnung umfaßt und den

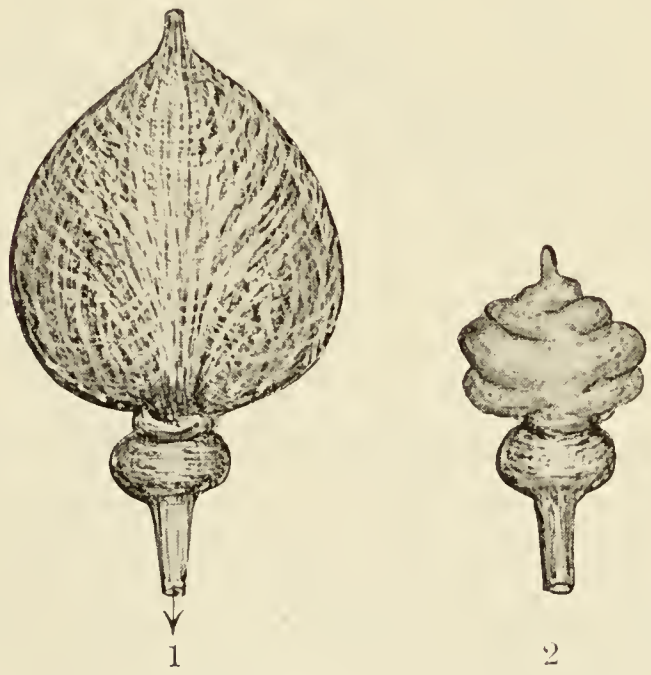


Fig. 213. Hohlmuskel der Harnblase, in 2 nach vollständiger Zusammenziehung.

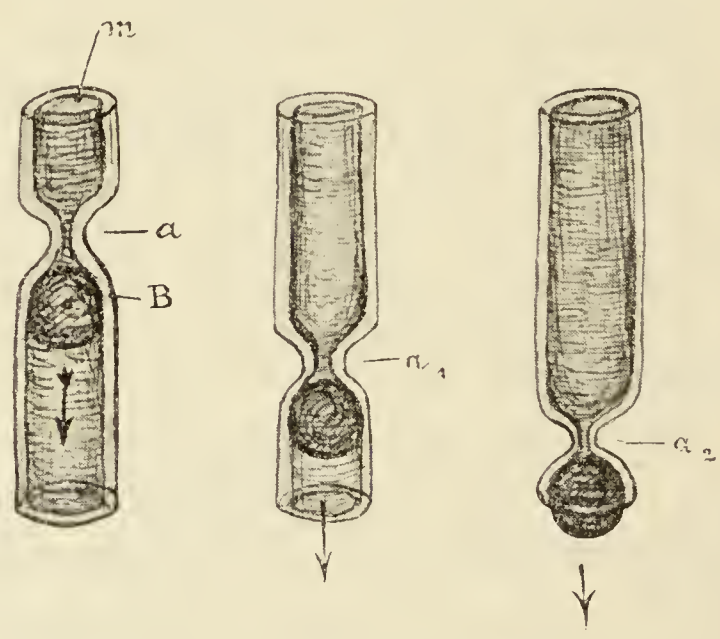


Fig. 214. Schema der Fortbewegung eines Bissens in der Speiseröhre. B Bissen. m Muskelschlauch. a, a_1, a_2 fortschreitende Einschnürung, welche den Bissen weiter befördert.

Inhalt im Strahl hinauspreßt. Die Fasern solcher Hohlmuskeln verlaufen deshalb in der Wand des Hohlraumes so, daß sie sich in den verschiedensten Richtungen kreuzen und in einander verfilzen. Dadurch wird die Wand des Hohlraumes in gleichmäßiger Weise zusammengezogen und kann durch Entleerung des Inhalts das betreffende Organ sich um das mehrfache verkleinern (Fig. 213).

Ein solcher Hohlmuskel, der mehrere Hohlräume umschließt, und deren Inhalt, das Blut, mit jedem Herzschlag in das Rohrsystem der Blutgefäße preßt, ist das Herz.

Weitere solche Hohlmuskeln sind die Harnblase, die Gallenblase, die Gebärmutter, die Samenbläschen.

b) Hohlmuskeln, die einen cylindrischen Hohlraum umschließen. Dieselben bewegen den Inhalt cylindrischer Röhren und Röhrchen dadurch fort, daß sie durch Zusammenziehung an einer Stelle den Cylinder einschnüren. Pflanzt sich dieser einschnürende Ring so fort, daß das Rohr entlang fortschreitend immer neue Fasern sich rundum zusammenziehen, dann wird der Inhalt des Rohres, ob fest ob flüssig, in gleicher Richtung fortbewegt: ähnlich als ob man ein Gummirohr zwischen den zusammengeklemmten Fingern hindurchzieht und seinen Inhalt ausdrückt (Fig. 214).

Eine solche Hohlmuskellage umgiebt den gesamten Verdauungskanal, vom Schlundkopf der Speiseröhre hinab zum Magen, und den Därmen bis zum Mastdarm; Hohlmuskeln sind ferner die Drüsenausführungsgänge, die Harnleiter, die Blut- und Lymphgefäße.

Schließmuskeln.

2. Schließmuskeln sind Muskelfasern, welche irgend eine spaltförmige oder mehr kreisförmige Öffnung am Körper in der Weise umziehen, daß die Zusammenziehung der Schließmuskelfasern die Öffnung fest schließt, während bei erschlafftem, unthätigem Schließmuskel die Öffnung klafft.

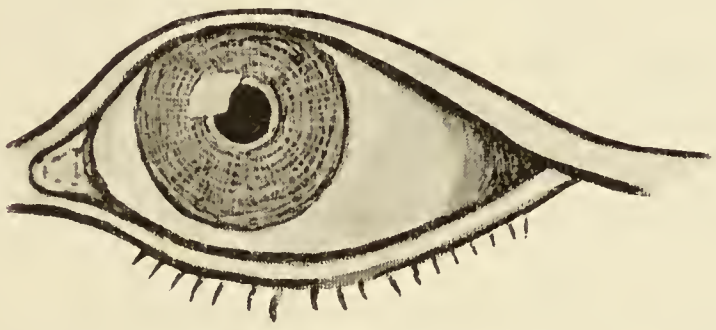


Fig. 215. Durch den Ringmuskel der Regenbogenhaut verengerte Pupille.

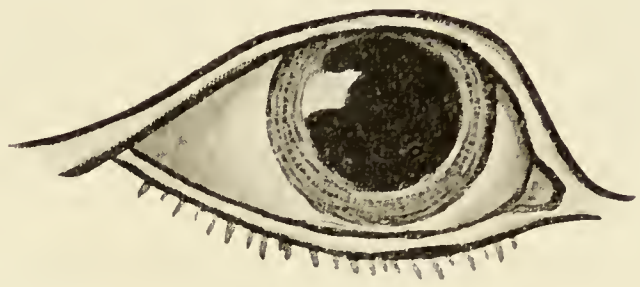


Fig. 216. Erweiterte Pupille.

Solche Schließmuskeln sind es, die in der Regenbogenhaut des Auges kreisförmig um die Öffnung der Pupille gelagert, durch ihre Zusammenziehung die Pupille verkleinern (Fig. 215 u. 216). Ebenso ist ein Schließmuskel vorhanden für die Augenlidspalte, für den Mund, für den After, die Harnröhre, den Scheideneingang.

Die Schließmuskeln sind teils willkürliche, wie die der Augenlider, des Mundes, des Afters, teils unwillkürliche, wie der der Pupille.

B. Muskeln mit bestimmtem Ursprung und Ansatz.

Bei diesen ist folgendes zu unterscheiden:

Muskeln mit festem Ursprung und beweglichem Ansatz.

1. Der Ursprung ist völlig fest, nur der Ansatz ist beweglich; durch Zusammenziehung des Muskels wird der Ansatz geradlinig dem festen Ursprung genähert.

Beispiel solcher Muskeln sind die rautenförmigen Muskeln, welche von einigen Hals- und Brustwirbeln ausgehend am inneren Schulterblattrande sich ansetzen und durch ihren Zug einfach geradlinig das Schulterblatt der Wirbelsäule nähern. Ferner die Kaumuskeln, die den Unterkiefer bewegen.

Ein Teil der hierhergehörigen Muskeln nimmt zwar seinen Ursprung von einem Knochen, hat aber seinen Ansatz in Weichteilen, die durch Zusammenziehung des Muskels in der Richtung nach dem festen Ursprung hin bewegt oder gezogen werden. So z. B. der Heber des Zäpfchens in der Mundhöhle, welcher vom hinteren Nasenstachel ausgehend frei im Gewebe des Zäpfchens endet, und dieses bei Zusammenziehung in die Höhe hebt, und zwar beim Sprechen, beim Singen, beim Schlucken. — Namentlich sind es eine Reihe Gesichtsmuskeln, welche in solcher Weise wirken.

Muskeln mit beweglichem Ursprung und Ansatz.

2. Ursprung und Ansatz sind beide beweglich. Dies ist der Fall bei den meisten Skelettmuskeln. Da bei Zusammenziehung solcher Muskeln die Bewegungen

der beiden Punkte, Ursprung und Ansatz, umgekehrt sich verhalten wie die Widerstände, welche bei der Bewegung derselben zu überwinden sind, d. h. der bewegliche Punkt dem weniger beweglichen genähert wird, so ist für die meisten dieser Muskeln eine Wirkungsart die vorwiegende und hauptsächliche: nämlich daß der „Ansatz" dem „Ursprung" genähert wird.

Da der Rumpf oder Stamm der unbeweglichere Teil ist gegenüber den beweglichen Gliedmaßen, so bezeichnet man das am Rumpf sich ansetzende, oder — bei lediglich den Gliedmaßen angehörenden Muskeln — das dem Rumpf näher gelegene Ende der Muskeln als Ursprung, das nach der Peripherie zu gelegene Ende als Ansatz. Da also die Bewegungsrichtung des Ansatzes nach dem Ursprung hin die gewöhnliche, so dient sie auch zur Bezeichnung des Muskels.

Die umgekehrte Bewegungsrichtung vom Ursprung nach dem Ansatz hin tritt dann ein, wenn der für gewöhnlich beweglichere Teil — das sind die Gliedmaßen — festgelegt wird. Dann wirkt der Zug des Muskels auf den Rumpf als den nun allein beweglichen Teil ein, und bewegt diesen oder Teile desselben. So vermögen solche Muskeln also eine Doppelrolle zu spielen.

Ein Beispiel. Der große Brustmuskel wirkt gewöhnlich so, daß seine Zusammenziehung den beweglichen Oberarm, an welchen der Muskel sich ansetzt, zum Rumpfe, oder vielmehr zur Brust anzieht. Stützen sich dagegen beide Arme fest auf und werden so unbeweglich, dann wirkt der Muskel umgekehrt auf die Brustwand als allein beweglichen Teil, und hebt diese. Für gewöhnlich Armmuskel, wird so dieser Muskel unter Umständen zum Atemmuskel, der zur Erweiterung des Brustkorbes beiträgt.

In gleicher Weise sind noch eine Reihe anderer Muskeln um Brust und Schultern meist zur Bewegung der Arme thätig, können aber in besonderen Fällen umgekehrt von den Armen oder dem Schulterblatt als festen Punkten aus wirken und zur Verstärkung der Atembewegungen beitragen. —

Ein weiteres Beispiel ist schon früher erwähnt. Die Beuge- und Streckmuskeln des Hüftgelenkes können durch ihre Zusammenziehung so wirken, daß a) die Schenkel gegen den Rumpf als festen Teil gebeugt (Beinheben) und gestreckt werden; b) bei unbeweglicher Stellung der Beine der Rumpf gegen den Schenkel gebeugt (Rumpfbeugen) und gestreckt wird; oder daß c) wenn Rumpf und Beine beweglich sind, wie während des Freifliegens beim Sprung, beide gleichzeitig gegeneinander bewegt werden.

§ 82. Hebelwirkung der Muskeln.

Hebelwirkung der Muskeln.

Zahlreiche Muskeln wirken auf die langen Knochen wie auf Hebel. Die entsprechenden Gelenke sind die Drehpunkte des Hebels, die Knochen die Hebelarme. Man unterscheidet hier

a) einarmige Hebel. Bei denselben liegen der Ansatz und der Belastungspunkt auf einer Seite des Unterstützungs- oder Drehpunktes. Einige Beispiele sind: der Deltamuskel, welcher von der Schulter her am Oberarm angreifend den Arm hebt, wobei der Drehpunkt im Schultergelenk liegt; ferner der Wadenmuskel beim Erheben des Körpers in den Zehenstand.

Liegt der Ansatzpunkt sehr nahe dem Drehpunkt, so wird bei der Zusammenziehung des Muskels die Bewegung am Ende des Hebels sehr vergrößert, wogegen an Kraft entsprechend eingebüßt wird. Die Knochen sind dann sogenannte Wurfhebel oder Geschwindigkeitshebel. Für das Heben schwerer Lasten wird auf diese Weise ein bedeutender Kraftaufwand notwendig.

Um noch einmal auf das Beispiel der Kaumuskeln zurückzugreifen, so wird man da, wo geringe Kraft beim Beißen erforderlich ist, aber ein großes Stück, z. B. von einem Apfel, abgebissen werden soll, den Bissen vorn zwischen die Schneidezähne legen, möglichst weit ab vom Ansatzpunkte des Muskels. Da aber, wo mit einem kurzen Druck eine bedeutende Kraft ausgeübt werden soll, z. B. beim Aufbeißen einer Nuß, schiebt man letztere ganz hinten zwischen die Backzähne, nahe dem Ansatz des Muskels, um die Muskelkraft ganz auszunützen. Im ersteren Falle dient der Unterkieferknochen mehr als Wurfhebel, im letzteren als Kraft hebel.

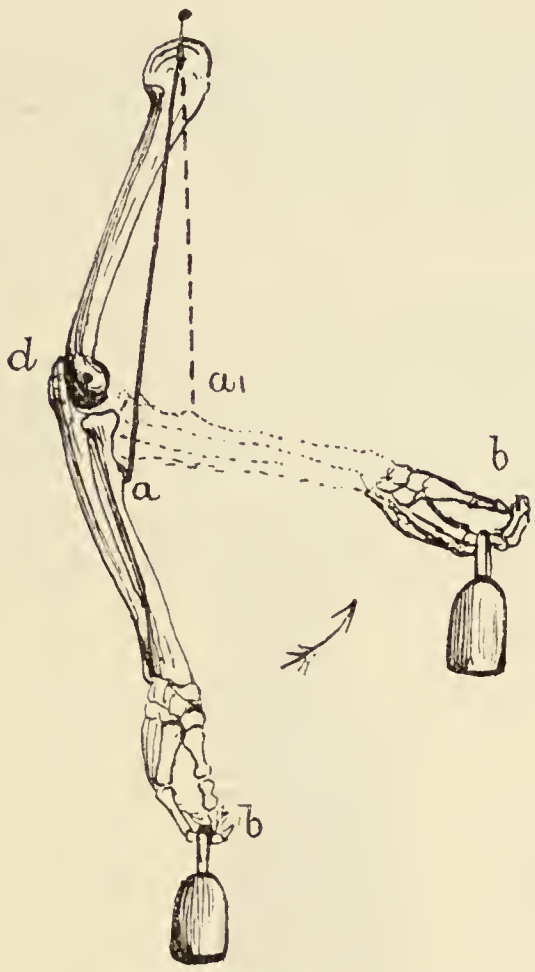


Fig. 217 a. Wirkung des zweiköpfigen Armbeugers.

Nach dem Hebelgesetz verhalten sich Kraft und Last umgekehrt wie ihre senkrechten Entfernungen vom Unterstützungspunkte.

Wirken Kraft und Last in schräger Richtung auf den Hebelarm, so findet man das statische Moment, indem man die Kraft (oder die Last) multipliziert mit der von dem Drehpunkt auf die Richtung der Kraftwirkung gefällten Senkrechten.

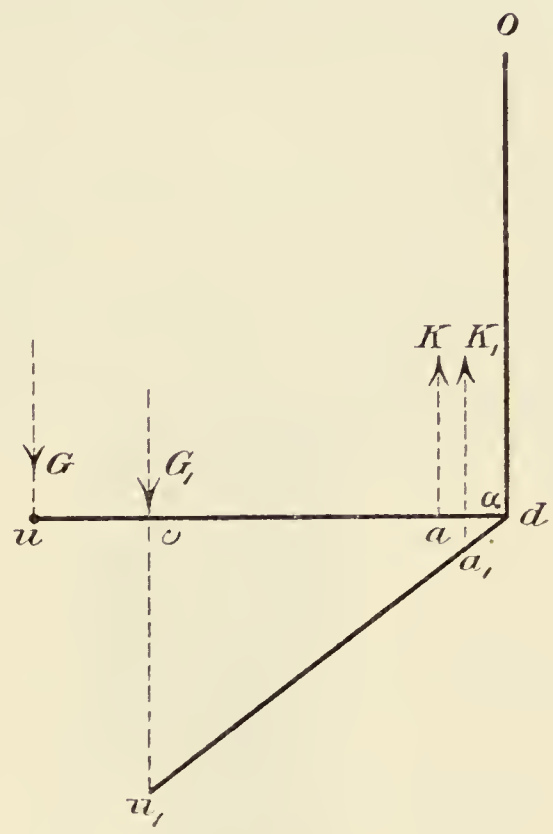


Fig. 217 b.

Es sei in beistehender Figur 217 b o d der Oberarm, u d die Speiche, oder sagen wir einfach der Unterarm, und K a die Richtung des Zuges des zweiköpfigen Armmuskels. Hält der Mnskel in rechtwinkliger Stellung des Ellbogens allein das Gewicht G, so ist seine Kraft K herzuleiten nach dem Hebelgesetz (wonach Gleichgewicht vorhanden, wenn die statischen Momente, d. h. die Produkte der Kraft bezw. der Last in ihre senkrechte Entfernung vom Unterstützungspunkte gleich sind) aus der Formel:

$$K \cdot a\,d = G \cdot u\,d,$$

mithin ist

$$K = \frac{G \cdot u\,d}{a\,d}$$

Ist der Unterarm aber gesenkt zur Stellung u, dann ist K a die Richtung des Muskelzuges, welche in α u d schneidet, während die Senkrechte von G, u d in υ schneidet. Es ist dann

$$K_1 \cdot \alpha\,d = G_1 \cdot \upsilon\,d$$

$$\text{oder } K_1 = G_1 \cdot \frac{\upsilon\,d}{\alpha\,d}$$

Setzen wir die Länge des Ober- und Unterarmes = 30 cm, die Entfernung des Ansatzes des zweiköpfigen Muskels vom Ellbogengelenk (d) = 3 cm, und das zu hebende Gewicht G = 10 kg, so ist die nötige Kraft des zweiköpfigen Muskels

$$K = \frac{10 \cdot 30}{3} = 100 \text{ kg}$$

Der Muskel muß also zehnmal so viel Kraft entwickeln, als das Gewicht beträgt.

In der schrägen Stellung betrage die Entfernung der Senkrechten des Gewichts G, (o d) = 15 cm, die der Senkrechten des Muskelansatzes (α d) = 1,5 cm, so ist ebenfalls

$$K, = \frac{10 \cdot 15}{1,5} = 100$$

b) Zweiarmige Hebel. Bei diesen liegen Ansatz und Belastungspunkt auf verschiedenen Seiten des Unterstützungs- oder Drehpunktes. Es ist dies z. B. der Fall für den Wadenmuskel beim aufgehobenen Fuße.

§ 83. Formen der Muskeln.

Formen der Muskeln.

Ein Muskel kann bestehen lediglich aus Fleischbündeln, die direkt an die Ursprungs- und Ansatzstelle angeheftet sind. Der fleischige, eigentlich arbeitende Teil des Muskels heißt der Muskelbauch. Der Muskelbauch kann aber auch sowohl an seine Ursprungs-, als an seine Ansatzstelle angeheftet sein durch eine Ursprungs- und eine Endsehne.

1 2 3 4

Fig. 218. Fig. 219. Fig. 220. Fig. 221.

Fig. 218—221. Verschiedene Formen von Muskeln. 1. Einfacher spindelförmiger Muskel mit Muskelbauch und Sehne. 2. Halbgefiederter Muskel. 3. Gefiederter Muskel. 4. Zweiköpfiger Muskel.

Die Sehnen sind stets dünner als der Muskel. Jede Sehne ist umhüllt von der Sehnenhaut oder Sehnenscheide. An der Stelle, wo sich die Sehne an den Knochen heftet, befindet sich zur Verhütung von Reibung zwischen Sehne und Knochen ein mit zäher Flüssigkeit gefüllter kleiner Hohlraum, der Schleimbeutel.

Ist der Muskelbauch durch eine zwischenliegende Sehne in zwei Teile geteilt, (sodaß also diese Sehne weder Ursprungs- noch Ansatzsehne ist), so nennt man den Muskel einen zweibäuchigen (Fig. 223).

Zweibäuchige Muskeln.

Ist die eingeschobene Sehne kein sehniger Strang, sondern ein bandartiger sehniger Streifen, der den Muskel quer durchbricht, so nennt man diesen Streifen sehnige Inschrift. Eine solche ist bei den geraden Bauchmuskeln vorhanden (Fig. 222).

Sehnige Inschrift.

Sind die Muskelfasern einfach parallel gelagert, so nennt man den Muskel parallelfasrig.

Liegen die Fasern zwar parallel nebeneinander, jedoch so, daß der Muskel sich nach seiner Ursprungs- wie nach seiner Endsehne hin verjüngt, und der Muskelbauch in der Mitte am dicksten ist, so nennt man den Muskel einen spindelförmigen (Fig. 218). Spindelförmige Muskeln.

Muskeln, bei welchen die Endsehne in den Muskel hinein aufwärts verläuft, und die Muskelfasern sich von beiden Seiten her in spitzem Winkel an diese Sehne ansetzen, heißen gefiederte (Fig. 220). Gefiederte und halbgefiederte Muskeln.

Liegt die Sehne am Rande, und setzen sich die Muskelfasern nur von einer Seite her schräg an die Sehne an, so heißt der Muskel ein halbgefiederter. (Fig. 221).

Hat der Muskel mehrere Ursprungssehnen, welche fleischig werden und zu einem einzigen Muskelbauch zusammentreten, so heißt er ein zwei-, drei- oder vierköpfiger Muskel (Fig. 221). Mehrköpfige und mehrsehnige Muskeln.

5

Fig. 222.

6

Fig. 223.

7

Fig. 224.

Fig. 222—224. Verschiedene Formen von Muskeln. 5. Muskel mit zwei sehnigen Inschriften. 6. Zweibäuchiger Muskel. 7. Vierzipflig gespaltener oder viersehniger Muskel.

Hat der Muskel zwar einen Muskelbauch, jedoch mehrere Ansatzsehnen, — wie bei den Beuge- und Streckmuskeln der Finger und Zehen — so heißt er ein mehrsehniger.

Nach der äußeren Gestalt sind die Muskeln noch zu unterscheiden in a) lange Muskeln; kommen vorzugsweise bei den Gliedmaßen vor.

b) breite Muskeln; sie finden sich nur am Rumpfe. Sie gehen von langen Knochenrändern aus, oder mit einzelnen Bündeln oder Zacken von den Rippen. Sie bilden meist keine dicken rundlichen Sehnen, sondern mehr oder weniger flache sehnige Häute.

c) dicke Muskeln.

Was die Kraftwirkung der Muskeln je nach Gestalt und Faserrichtung betrifft, so ist Kraftwirkung je nach Faserrichtung.

1. der geringste Kraftverlust bei einfach parallelfasrigen Muskeln. Die Kraftwirkungen der einzelnen Fasern addieren sich einfach.

Bei Muskeln, deren Fasern in spitzem Winkel zusammenlaufen, berechnet sich die vereinte Kraftwirkung nach dem Parallelogramm der Kräfte. Der Kraftverlust ist um so geringer, je spitzer der Vereinigungswinkel zweier Muskelbündel.

2. Bei Muskeln mit längsparalleler Faserung steht die Größe des Durchschnitts in gradem Verhältnis zur Größe der möglichen Kraftwirkung. Die Länge hat also keinen Einfluß auf die Kraftäußerung, wohl aber auf die Größe der Verkürzung.

3. Viele Muskeln, namentlich die breiten und dicken, arbeiten nicht immer als Ganzes, sondern es können einzelne Teile oder Portionen des Muskels sich gesondert zusammenziehen und wirksam werden.

§ 84. Wirkungsweise der Muskeln.

Wirkungsweise der Muskeln.

Nach ihrer hauptsächlichen Wirkungsweise auf die verschiedenen Bewegungsformen des Skeletts zerfallen alle Muskeln in große Gruppen. Diese verschiedenen Bewegungsarten, mit der entgegengesetzten jedesmal zusammengestellt, sind:

Beugung — Streckung;
Anziehen zum Rumpf — Abziehen vom Rumpf;
Einwärtsrollung — Auswärtsrollung;
Hebung — Senkung;
Schließung — Erweiterung;
Einatmung — Ausatmung.

Diejenigen Muskeln, welche derselben Art von Thätigkeit dienen, heißen gleichsinnige (Synergeten); diejenigen, welche der Thätigkeit anderer Muskeln entgegengesetzt wirken, heißen gegensinnige oder Antagonisten jener.

Z. B. der zweiköpfige Oberarmmuskel und der innere Armmuskel, die beide den Unterarm im Ellbogengelenk beugen, sind gleichsinnige Muskeln; der dreiköpfige Armstrecker, der den gebeugten Arm wieder streckt, ist ihr gegensinniger Muskel, ihr Antagonist. —

Bei umfangreicheren Bewegungen sind stets eine große Zahl von Muskeln zusammen thätig, von welchen die einen die eigentliche Grundbewegung ausführen (kraftgebende), andere die Bewegung in genau abgewogenen Grenzen halten (mäßigende), noch andere das Gleichgewicht in der Stellung der Skelettteile zu einander aufrecht erhalten (haltende Muskeln). Die vereinte Thätigkeit großer Muskelgebiete zu einer solchen einheitlichen Bewegung nennen wir Koordination der Bewegung.

Koordination.

Schwierigere Bewegungsformen jeder Art richtig, schnell und sicher koordinieren zu können, ist eine wesentliche Aufgabe turnerischer Leibeserziehung. Wir werden weiter unten darauf zurückkommen.

Spezielle Muskellehre.

Spezielle Muskellehre.

§ 85. Muskeln des Kopfes.

Muskeln des Kopfes.

Zahlreiche Muskeln sind in die Haut des Kopfes und namentlich des Gesichtes eingelagert. Ihre Aufgabe ist nicht nur die Eingänge zu den Körperhöhlen zu erweitern und zu schließen, und namentlich der Mundöffnung bei den Thätigkeiten des Essens, Trinkens, Sprechens, Singens, Pfeifens, Blasens usw. verschiedenste Gestalt zu geben, sondern ihr wechselndes Spiel giebt auch dem Antlitz bei den mannigfachsten Gemütsstimmungen den entsprechenden Ausdruck, spiegelt Freude und Trauer, Gespanntheit und Gleichgiltigkeit, Haß und Liebe, Stolz und Demut usw. (Fig. 225—230).

Je nachdem die eine oder andere Gemütsstimmung besonders häufig Platz gegriffen, die entsprechenden Gesichtsmuskeln häufig in bestimmter Weise zusammengezogen waren und die Gesichtshaut in entsprechende Falten legten, graben sich solche gewohnheitsmäßigen Ausdrucksformen dauernd ein, hinterlassen dauernde Spannung oder Falten und Furchen auf der Stirn, um die Augen, um den Mund usw. Dadurch wird dem Gesicht, in Verbindung mit der Form des knöchernen Kopfskeletts, ein bestimmter Charakter, die Physiognomie verliehen.

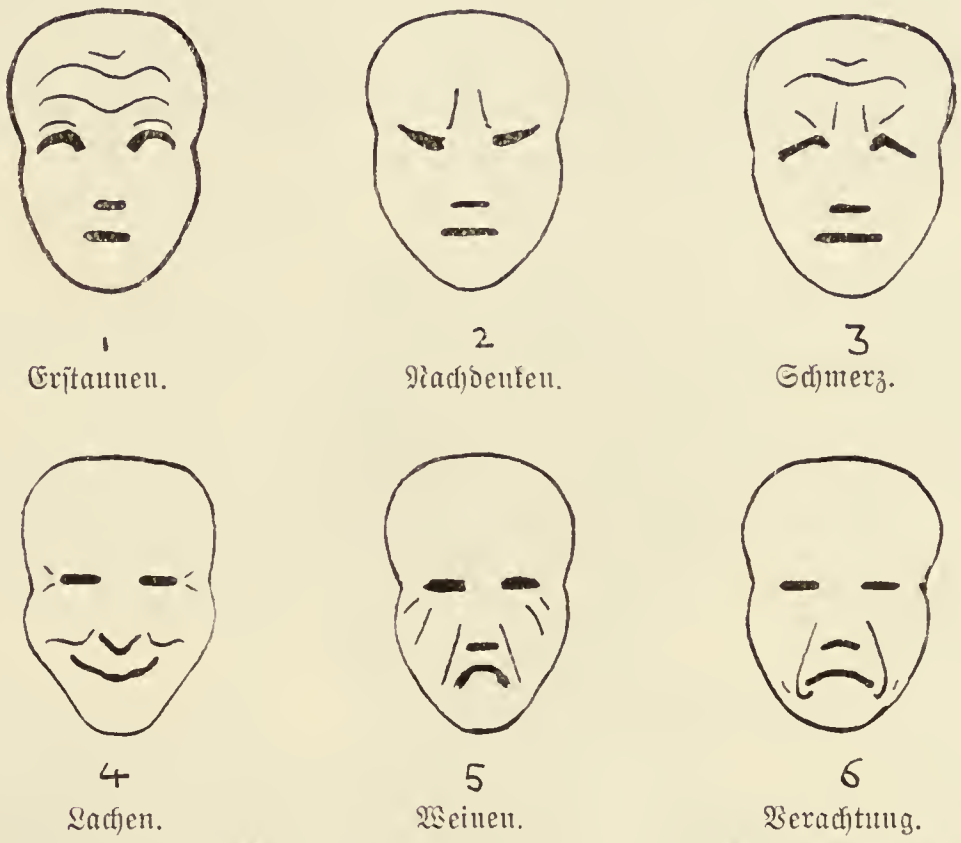


Fig. 225—230. Schema der Wirkung der Gesichtsmuskeln auf den Ausdruck der Gemütsbewegungen.

Der Schauspieler, welcher in den verschiedensten Rollen je nach dem Charakter der darzustellenden Person seinem Antlitz bestimmten ausgesprochenen Ausdruck zu geben hat, bedarf dazu einer wahren Gymnastik der Gesichtsmuskeln, die er oft in wunderbarer Weise zu beherrschen weiß. Diese Gymnastik der Gesichtsmuskeln ist als Mimik zu einer wahren Kunst ausgebildet.

I.

Die Kopfmuskeln, welche in den Weichteilen des Kopfes sich ansetzen und diese bewegen, zerfallen in folgende Gruppen (Fig. 231).

A. Muskeln der Stirn und der behaarten Kopfhaut: Stirn- und Hinterhauptsmuskeln. Muskeln der Stirn und behaarten Kopfhaut.

Der Stirnmuskel bringt die queren Stirnfalten hervor. — Die behaarte Kopfhaut als Ganzes zu bewegen, ist bekanntlich nur hier und da jemand möglich.

B. Um die Gesichtshöhlen gelagerte Muskeln:

a) Muskeln der Augenlidspalte und der Augenbrauengegend. Sie schließen und öffnen die Augenlider, runzeln die Stirn in senkrechte Falten usw. Der sogenannte Ausdruck des Auges beruht zum großen Teil auf der besonderen Thätigkeit und Spannung dieser Muskeln. Muskeln der Augenlidspalte.

b) Muskeln der Nase. Muskeln der Nase.

Beachtenswert sind hier die kleinen Muskeln, welche die Nasenflügel (Nüstern beim Tier) erweitern; in rhythmischer Weise geschieht dies mit jeder Einatmung bei starker Atemnot, so daß das „Spielen der Nasenflügel“ ein charakteristisches Zeichen für erschwerte Atmung, z. B. nach heftiger Anstrengung, ist. Namentlich spricht sich dies in früher Jugend aus.

Muskeln der Mundspalte.

c) Muskeln der Mundspalte. Bei Personen, welche viel und lange zu sprechen gewohnt sind (z. B. Geistliche, Lehrer usw.), entwickeln sich diese Muskeln besonders stark, und geben der Mundgegend ein bestimmtes ausdrucksvolles Gepräge. — Der Lachmuskel zieht den Mundwinkel in die Höhe. Wird er häufig in Bewegung gesetzt und behält dauernde Spannung, so behält auch das Gesicht einen dauernden Ausdruck der Jovialität, stets lachlustiger Stimmung. Umgekehrt giebt vielfache Bethätigung des Herabziehers der Mundwinkel dem Gesicht einen verdrossenen, vergrämten Charakter.

Muskeln des Ohrs.

d) Muskeln des Ohrs. Bei Tieren sehr stark entwickelt und thätig (Spitzen des Ohrs beim Hund), ist ihre besondere Wirkung beim Menschen als Beweger des Ohres nur ausnahmsweise einmal vorhanden.

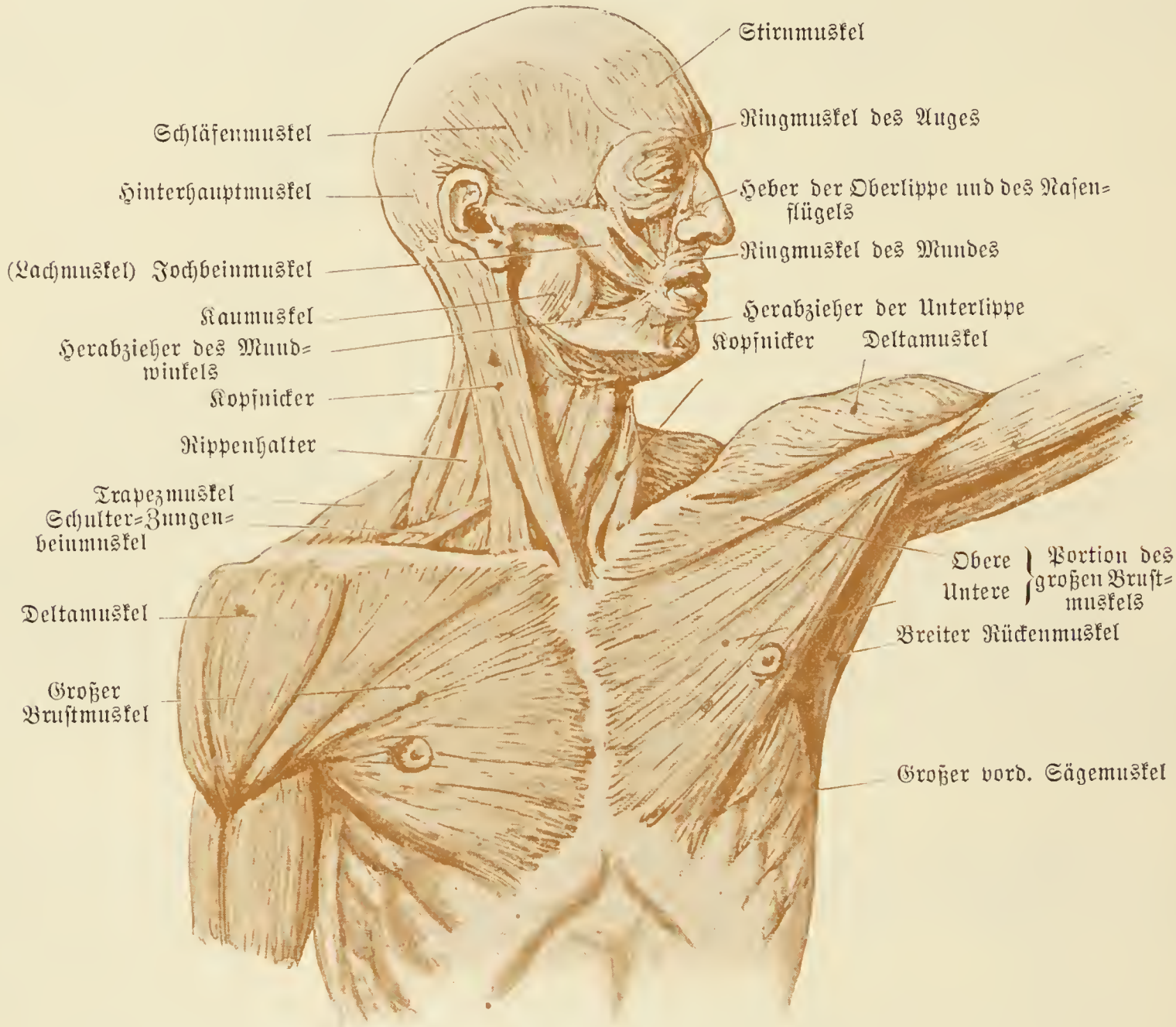


Fig. 231. Muskeln des Kopfes, des Halses und der Brust.

II.

Kaumuskeln.

Kopfmuskeln, welche den einzigen beweglichen Knochen des Kopfes, den Unterkiefer zur Thätigkeit des Kauens usw. bewegen sind die Kaumuskeln.

Diese sind:

a) Der Schläfenmuskel, ein schöner fächerförmig gestalteter Muskel, dessen Bündel von der Fläche der Schläfe (halbkreisförmige Linie) zusammenstrahlend zum Kronenfortsatz des Unterkiefers ziehen. Er wird überbrückt vom Jochbogen.

b) Der Kaumuskel (masseter) zwischen Jochbogen und Unterkieferwinkel ausgespannt.

c) und d) Der äußere und innere Flügelmuskel nach innen vom Kieferast gelegen. Beiderseits thätig, verstärken sie die Wirkung der vorigen Kaumuskeln. Einseitig wechselweise wirkend vermögen sie den Kiefer seitlich hin und her zu schieben (mahlende Bewegung). —

Auf dem Kaumuskel (dem masseter) liegt, bis zum Warzenfortsatz des Hinterhauptes sich erstreckend, die Ohrspeicheldrüse (Parotis). Ihr Speichel, wie der Mundspeichel überhaupt, dient zur Einspeichelung und Verdauung der Speisen. Die Lage der Drüse auf dem Kaumuskel bewirkt, daß sie bei der Kaubewegung durch die Zusammenziehungen des Muskels ausgepreßt wird, und ihren Speichel durch den Ausführungsgang, welcher die Wange von außen durchbohrend in der Mundhöhle mündet, ergießt. Erkrankung und Schwellung der Drüse bringt die als „Ziegenpeter" oder „Mumps" bekannte Entstellung des Gesichts hervor. Ohrspeicheldrüse.

Vor dem vorderen Rand des Kaumuskels liegt eine starke Fettmasse in der Wangenhaut bis zur Schläfe hinauf eingelagert, und treibt, wenn wohlentwickelt, die Wangenhaut zur dicken vollen Backe auf. Bei Personen, welche schlecht ernährt sind, zehrt sich auch diese Fettmasse auf; die Wangen werden „hohl" und eingefallen. Äußere Kieferschlagader.

Am vorderen Rand des Kaumuskels geht über den Unterkiefer hinweg die äußere Kieferschlagader, und läßt sich hier gegen den Knochen andrücken und zur Stillung einer in ihrem Gebiet stattfindenden Blutung schließen.

§ 86. Muskeln des Halses.

Der Hals ist der Stiel des Kopfes: eine cylindrische Säule, deren Achse in der hinteren Halsgegend liegt. Da wo diese Säule an den Kopf stößt, ist sie von der einen Seite zur anderen zusammengedrückt, d. h. ist der Hals schmal; da, wo die Säule in die Brust übergeht, ist sie von vorn nach hinten zusammengedrückt, ist also der Hals breit. Die hintere Halsgegend heißt Nacken. Muskeln des Halses.

Über die anatomischen Ursachen des kurzen gedrungenen, und des langen biegsamen Halses ist schon früher (S. 67) einiges bemerkt.

Alter Volksglauben hat den Umfang der Halsmitte in Beziehung gebracht zur Jungfräulichkeit und Schwangerschaft (Goethe, Venezianische Epigramme 102). In Frankreich maß man den Halsumfang mit einer um die Halsmitte gelegten Schnur, und ließ die Schlinge sodann in den Mund nehmen, konnte man sie so nach hinten über den Kopf streichen, so galt das Mädchen als nicht mehr rein. — Übrigens wird ein Zusammenhang zwischen Schwellungen der Schilddrüse und Vorgängen in den weiblichen Geschlechtsorganen neuerdings behauptet, so daß also diese Probe, welche schon den Alten nicht unbekannt war, nicht ganz des anatomischen Untergrunds ermangelt. —

In keiner Gegend des Körpers liegen auf so kleinem Raum so viele lebenswichtige Organe nahe der Körperoberfläche vereint, wie in der vorderen Halsgegend (Fig. 232). Der rechte und der linke Kopfnicker-Muskel bilden ein mit der Spitze nach unten gekehrtes Dreieck, dessen Basis das Kinn, dessen Spitze die Kehl- oder Drosselgrube am Brustbein darstellt. In diesem Dreieck liegt zunächst unter dem Kinn das Zungenbein, ein kleiner, mit dem Skelett nicht in Verbindung stehender Knochen, an welchem sich Muskeln der Zunge, des Bodens der Mundhöhle, wie des Kehlkopfes und Halses ansetzen. Beim Schlucken, Sprechen, Singen bewegt sich das Zungenbein mit der zugehörigen Muskulatur auf und ab. Unter dem Zungenbein folgt der zum knorpligen Kehlkopfgerüst gehörende Schildknorpel oder der „Adamsapfel", an mageren Hälsen, namentlich bei Männern, deren Kehlkopf weiter gebaut ist als bei Weibern, stark vorspringend. Unter dem Schildknorpel folgt die Schilddrüse, Zungenbein. Schildknorpel. Schilddrüse.

deren krankhafte Anschwellung zum Kropf führen kann. Es folgt die Kehl- oder Drosselgrube in deren Tiefe die Luftröhre liegt.

Kehlgrube.

In der Tiefe wird die Mitte des Kopfnickers gekreuzt von dem darunter hervortretenden Bündel von Nerven und Blutgefäßen, unter letzteren die große Hauptschlagader des Kopfes (Carotis). Seitlich vom Kopfnicker befinden sich nach außen unten, abgegrenzt vom Schlüsselbein, die beiden Oberschlüsselbeingruben. In dieselben ragen in der Tiefe, aus dem Brustkorb hervortretend, die beiden Lungen-

Carotis.

Oberschlüsselbeingruben.

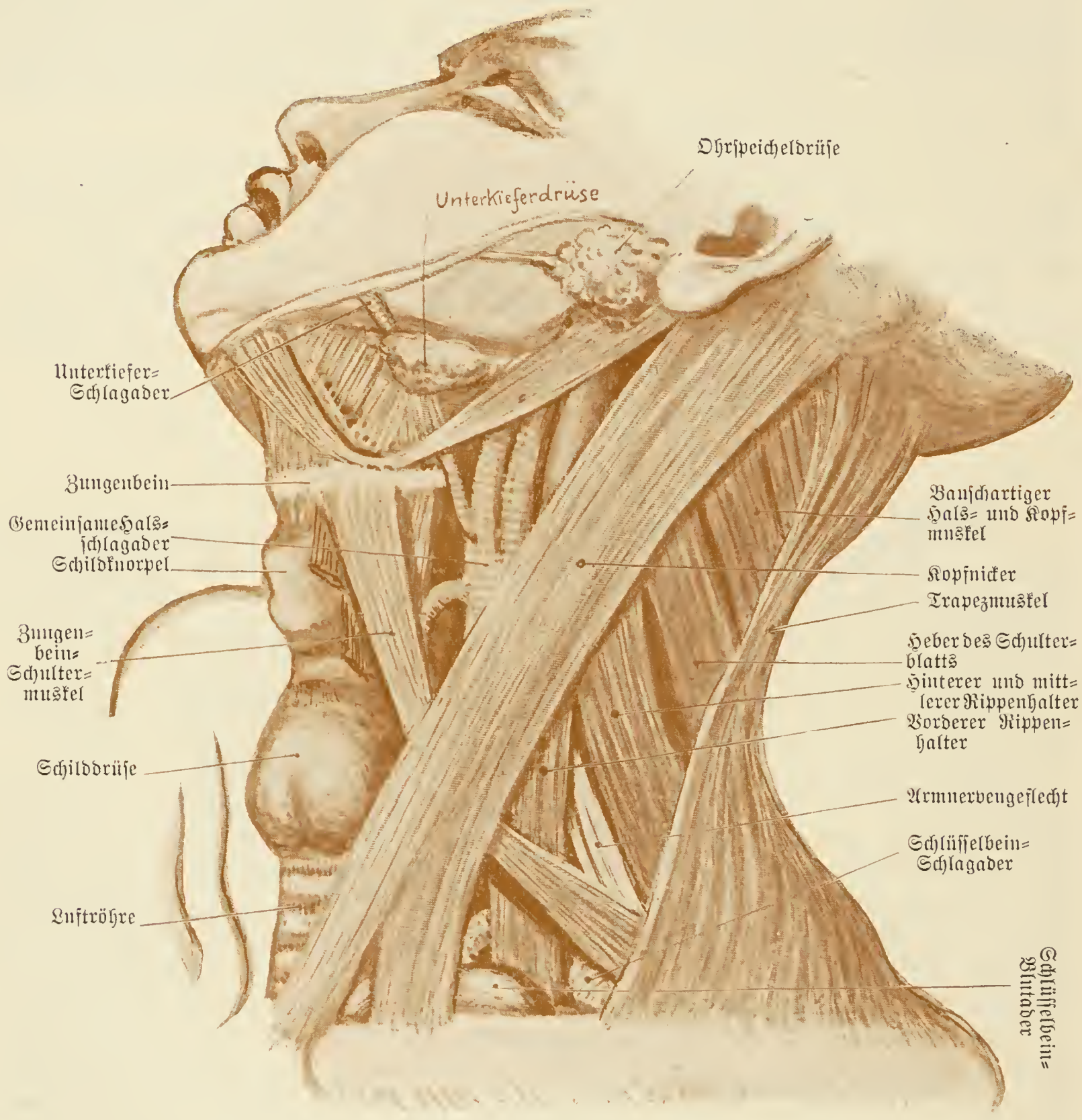


Fig. 232. Die Lage der Halsorgane.

spitzen hinein. Bei Schrumpfung derselben durch beginnende Lungenschwindsucht sind, in Verbindung mit der begleitenden Abmagerung des Körpers, die beiden Schlüsselbeingruben besonders tief und eingesunken, während sie an schönen namentlich weiblichen Hälsen kaum als Vertiefungen sich markieren. —

Hautmuskel des Halses.

1. Der Hautmuskel des Halses. Eine dünne, in die ganze vordere Halshaut eingelagerte Muskelschicht, von dem Kinn bis zur Brust reichend. Bei Tieren geht

dieser Hautmuskel noch über die vordere Rumpffläche hinab, und kann damit das Fell des Rumpfes — z. B. zur Abwehr von lästigen Insekten — bewegt werden.

Beim Menschen hebt der Muskel bei feststehendem Kiefer die Haut des Halses von ihrer Unterlage etwas ab, und erleichtert dadurch die Bewegung der Halsorgane z. B. beim Schlingen. Der Muskel hilft ferner das Kinn herabziehen. Seine in der Gesichtshaut über den Kieferrand hinaus sich verlierenden Fasern haben eine mimische Wirkung, indem sie bei plötzlichem Schreck sich zusammenziehen und der Umgebung des Mundes einen bezeichnenden Ausdruck verleihen (s. u. Fig. 234).

Kopfnicker.

2. Der Kopfnicker. Der Muskel entspringt mit zwei Köpfen vom Brustbein (Handgriff) und vom Brustbeinende des Schlüsselbeins, und setzt sich an am Warzenfortsatz des Schläfenbeins hinter dem Ohre.

Wirkung: Zieht sich der rechte oder linke Kopfnicker einseitig zusammen, so dreht er den Kopf gegen die Schulter seiner Seite, und das Gesicht nach der entgegengesetzten Seite.

Dauernde Verkürzung eines Kopfnickers bewirkt demnach die als „Schiefhals" bekannte Schiefstellung des Kopfes.

Zieht sich der Kopfnicker beiderseits gleichzeitig zusammen, so wirkt er in erster Linie als Kopfhalter (nicht als „Nicker", da der Ansatz des Muskels hinter der Drehungsachse des Kopfes zum Halse im Gelenke zwischen Atlas und Hinterhaupt liegt).

Bei stärkerer Zusammenziehung beugen die beiden Kopfnicker vereint Kopf und Hals als Ganzes nach vorn. —

Umgekehrt wirkt der Muskel bei fixirtem Kopf auf seine Ursprünge am Brustkorb und zwar als Brustheber bei angestrengter Einatmung — er ist also bei Atemnot ein Hilfsatemmuskel.

Zweibäuchiger Unterkiefermuskel.

3. Der zweibäuchige Unterkiefermuskel; entspringt in einem Einschnitt hinter dem Warzenfortsatz, ist mit seiner in der Mitte liegenden Sehne an das Zungenbein geheftet, und geht von da vorn zum Kinn.

Wirkung: Zieht den Kiefer hinab zum Öffnen des Mundes; hebt das Zungenbein.

Zungen- und Zungenbeinmuskeln.

4. Zungenbeinmuskeln: 7 an der Zahl
5. Zungenmuskeln: 3 an der Zahl

} bewegen Zungenbein und Zunge.

Tiefe Halsmuskeln.

6. Tiefe Halsmuskeln. Von diesen dienen vier, auf der vorderen Fläche der Halswirbelsäule gelegen, zur Bewegung, namentlich Beugung der Halswirbel.

Wichtiger sind die seitlich gelegenen:

Rippenhalter.

Rippenhalter, ein vorderer, mittlerer und hinterer. Sie entspringen von der ersten und zweiten Rippe und gehen zu den Querfortsätzen aller Halswirbel. Zwischen dem vorderen und mittleren Rippenhalter befindet sich ein Schlitz, durch welchen die Schlüsselbeinschlagader und das Bündel der Armnerven hindurch zur Achselhöhle und weiter zum Arme treten.

Wirkung: Ziehen sich die Rippenhalter nur einer Seite zusammen, so drehen sie den Hals seitlich.

Wirken die Rippenhalter beider Seiten gleichzeitig, so beugen sie den Hals.

Sind dagegen Kopf und Hals durch die entsprechenden andern Muskeln festgestellt, so wirkt der Muskelzug der Rippenhalter auf die erste und zweite Rippe und hebt diese.

So werden also die Rippenhalter bei angestrengter Einatmung gleichfalls zu Hilfsmuskeln der Atmung, und zwar sehr thätigen.

Bei einem Menschen, der mühsam atmet, sieht man deshalb bei jeder Einatmung den Rand der Rippenhalter deutlich in der Seitengegend des Halses, außen vom Kopfnicker in der Tiefe der Oberschlüsselbeingrube vorspringen. —

Die Muskeln des Nackens werden unten mit den Muskeln des Rumpfes und der Schulter abgehandelt.

§ 87. Muskeln der Brust.

Muskeln der Brust.

Der Brustkorb hat die Form eines oben nach der Spitze abgestutzten und flachgedrückten Kegels; nur die Anheftung des Schultergürtels dreht anscheinend dies Verhältnis um, so daß die Brust oben in der Schultergegend am breitesten erscheint.

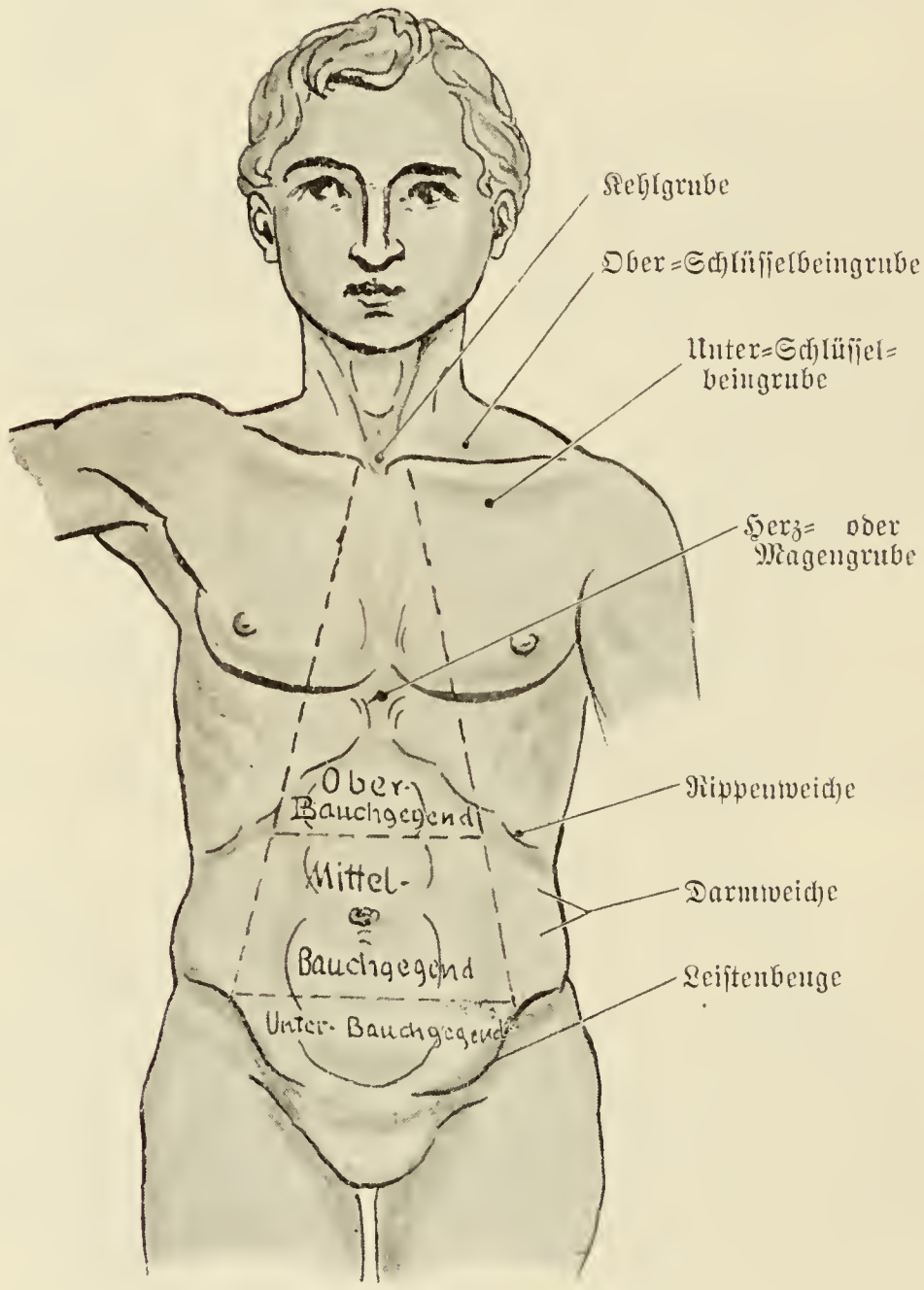


Fig. 233. Die Gegenden am Rumpfe.

Starke kräftige Muskulatur, welche die Rippen hebt, läßt die Brust gewölbt erscheinen, während bei schwacher Muskulatur die Rippen herabhängen, die Brust platt wird (s. o. S. 57).

Die Brust wird äußerlich nach oben begrenzt von den Schlüsselbeinen. Bei muskelstarken Individuen sind sie stark entwickelt und S-förmig gekrümmt, daher sie sich deutlich abheben, so daß, entsprechend der Oberschlüsselbeingrube, sich unter den Schlüsselbeinen jederseits eine Unterschlüsselbeingrube ausspricht. Bei zarten Mädchen und Frauen gehen dagegen Brust und Hals ohne jedwede deutliche Abgrenzung unmittelbar ineinander über.

Unter-Schlüsselbeingrube.

Da, wo die beiden Kopfnicker sich an das obere Ende des Brustbeins ansetzen, lassen sie die Kehlgrube zwischen sich, in deren Tiefe man zur Luftröhre gelangt. Der Winkel, zu welchem die Rippenbögen in der Mitte des Rumpfes zusammenstoßen, vertieft sich zur Herz- oder Magengrube (Fig. 233). Der Name „Herzgrube", obschon im Volksmunde viel gebräuchlich, ist übrigens ein ungerechtfertigter. Denn an dieser Stelle stößt man, in die Tiefe gehend, niemals auf das Herz, sondern zunächst auf den linken Leberlappen, und unter diesem auf den Magen. Magengrube.

Die seitlichen Gegenden der Brust werden bedeckt von dem großen Brustmuskel. Ist derselbe kräftig entwickelt und ruht einem wohl gebauten und gewölbten Brustkorb auf, so verleiht er der Brust des Mannes in besonderem Maße den Stempel männlicher Kraft und Schönheit. Die Haut der Brust ist namentlich in der Mittellinie über dem Brustbein bei manchen Männern ziemlich dicht behaart („zottige" Brust). In der Kunst gilt die behaarte zottige Brust als ein Merkmal von rauher Wildheit und Waldursprünglichkeit. Daher auch bei den Faunen, bei Centauren u. dergl. die Brust stets so gebildet wird. Seitlich trägt die Haut über dem Brustmuskel die Brustwarzen. Dieselben liegen links und rechts, eine Handbreit etwa vom Brustbein entfernt, meist im Zwischenraum zwischen 4. und 5. Rippe, selten etwas höher über der 4. Rippe, oder tiefer zwischen der 5. und 6. Rippe. Beim Weibe liegen in der als stumpf kegelförmige Spitze vortretenden Brustwarze die Ausführungsgänge der Brust- oder Milchdrüsen. Brustwarze und Brustdrüse.

Die Brüste, welche dem weiblichen Brustkorb seine bezeichnende Form und den besonderen Reiz verleihen, lassen zwischen sich in der Mitte als mehr oder weniger tiefe Grube den Busen. Die Brüste sind außerordentlich vielgestaltig. Klein — so daß sie mit der Hohlhand bedeckt werden konnten — und fest, über einen Winkel von 90^0 gewölbt, mit nach auswärts gerichteten Brustwarzen, galten sie den Alten als am schönsten. Bei üppigen, fettreichen Frauen werden sie außerordentlich umfangreich, breit und schwer (die Portugiesinnen sollen sich besonders hierin auszeichnen); durch ihre Schwere, auch durch Ziehen, werden sie beim Herabhängen ohne Stütze oft außerordentlich lang (Hängebrust). Bei den Weibern mehrerer afrikanischer Völkerschaften ist eine Verlängerung der Brüste in solchem Grade vorhanden, daß dem Kinde, welches auch bei der Arbeit auf dem Rücken getragen wird, die Brust zum Säugen entweder über die Schulter hinauf, oder unter der Achselhöhle her zwischen Oberarm und seitlicher Brustwand zum Rücken hin gereicht werden kann. — Die Brustwarze, bei Jungfrauen rosenrot, wird mit der Schwangerschaft und zunehmendem Alter braun bis schwarzbraun.

Beim neugeborenen Knäbchen sind — entsprechend andern Merkmalen einer zweigeschlechtigen Anlage zu einer gewissen Entwicklungszeit — zuweilen noch Andeutungen einer Brustdrüse insoweit vorhanden, als sich in den ersten Lebenstagen etwas Milch aus der Brustwarze hervordrücken läßt. In außerordentlich seltenen Fällen können sich aus solcher Anlage volle Brustdrüsen auch beim Manne entwickeln. Bekannt ist der Indianer, von dem Alexander von Humboldt erzählt, daß er fünf Monate lang, nach dem Tode der Frau, sein Kind stillte.

Es sei noch bemerkt, daß Hosenträger und Tornisterriemen, wenn sie sehr fest angezogen sind, und bei rauher Innenseite des Hemdes starke Reibung verursachen, Druckgeschwüre der Brustdrüsen veranlassen können.

Die Muskeln der Brust liegen in mehreren Schichten übereinander (Fig. 234).

Die erste Schicht bildet:

1. Der große Brustmuskel. Einer der schönsten Muskeln des Körpers, und doch im Verhältnis ein kümmerlicher Schwächling gegenüber dem mächtigen großen Brustmuskel, welchem der Vogel die Kraft und den Schwung seines Fluges verdankt. Großer Brustmuskel.

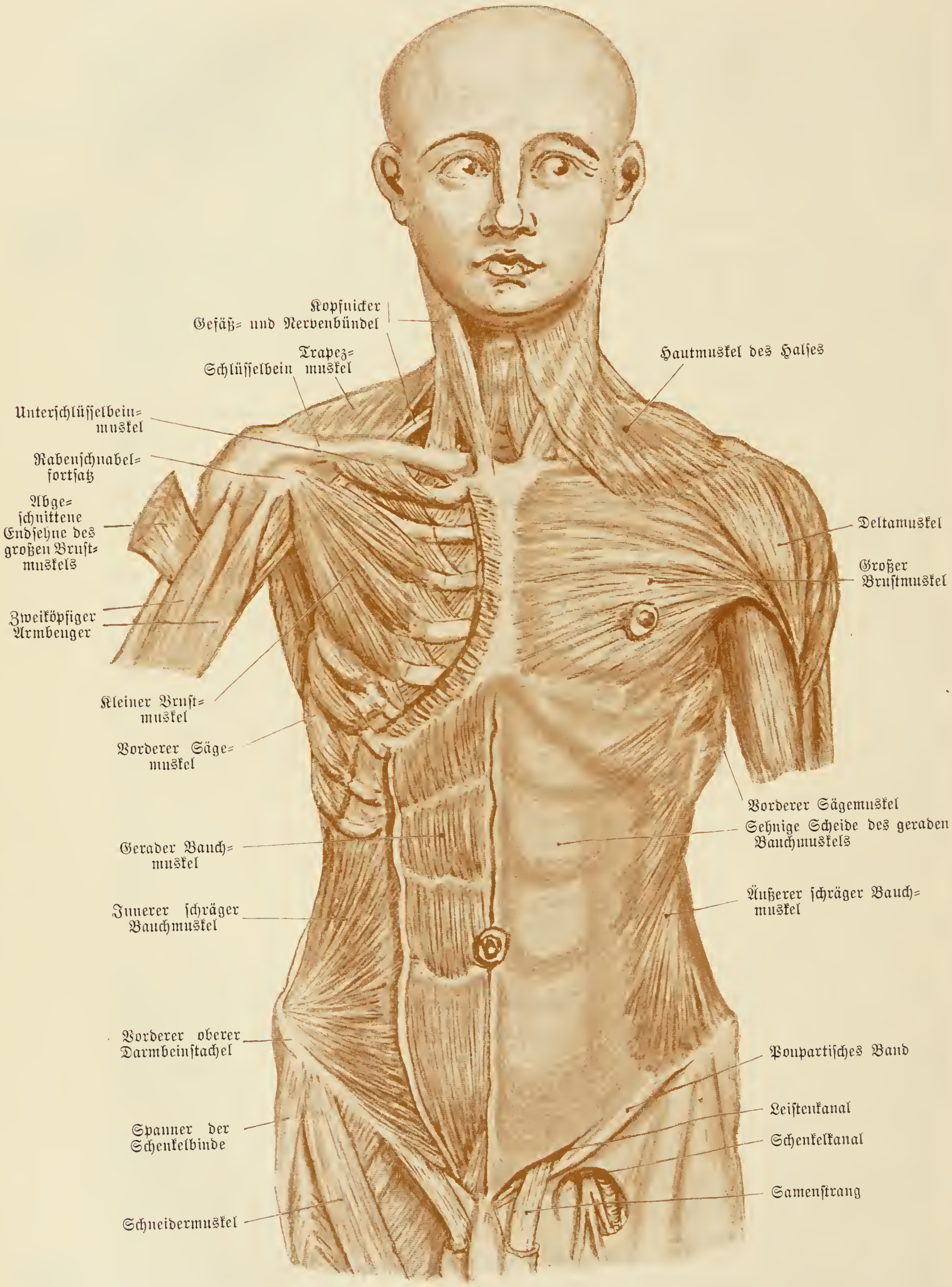


Fig. 234. Die Muskeln der Brust und des Bauches, Leisten= und Schenkelring. Links der Hautmuskel des Halses, der große Brust= muskel, der Deltamuskel, der äußere schiefe Bauchmuskel und die Scheide des geraden Bauchmuskels entfernt.

Ursprung des Muskels: Die obere kleinere Portion vom Brustbeinende des Schlüsselbeins; die untere größere, durch einen Schlitz von der oberen geschieden, vom Seitenrand des Brustbeins und den Knorpeln der 2.—6. Rippe (s. oben Fig. 231). Eine kleine Partie des Muskels entspringt endlich von der häutigen Sehne des äußeren schiefen Bauchmuskels.

Ansatz des Muskels: Leiste des großen Oberarmhöckers.

Der Muskel entspringt also weit ausgedehnt mit zahlreichen Bündeln, welche konzentrisch nach dem Ansatz hin zusammenstrahlen. Dadurch wird der Muskel, der auf der Brustwand flach aufliegt, nach der Achselhöhle zu immer dicker. Die vom Schlüsselbein kommenden Bündel des Muskels lagern sich hier zum Teil über die vom Brustbein kommenden Bündel. Diese Verdickung tritt bei muskulösen Männern als ausgesprochener Wulst der vorderen Wand der Achselhöhle hervor; auch bei weiblichen Figuren ist sie angedeutet.

Wirkung des großen Brustmuskels.

Die Wirkung des Muskels ist eine recht vielgestaltige.

a) Vor allem ist der Muskel Anzieher des Arms; er nähert den aufgehobenen oder nach hinten geführten Arm dem Rumpfe. Soll er dies in schwunghafter und kraftvoller Weise thun, so wird der Muskel erst durch Führen des Armes nach hinten und rückwärts gespannt: es wird zur Bewegung ausgeholt. Dies findet statt bei den Bewegungen des Werfens mit kleinem Stein oder Ball, der Diskusscheibe, der Lanze, beim Schleuderwurf; ferner beim Schlag von hinten und oben, und zahlreichen ähnlichen Bewegungen. Ebenso ist der Muskel als Anzieher des ausgebreiteten Arms hervorragend thätig beim Schwimmen.

Die schwedische Heilgymnastik übt den Muskel in der Weise, daß die Arme horizontal ausgebreitet werden und ihrer Zusammenführung Widerstand entgegengesetzt wird.

b) Nicht immer wird durch die Zusammenziehung des Muskels der Arm, als der beweglichere Teil nach dem Rumpf hin bewegt.

Der Muskel kann auch umgekehrt wirken, wenn die Arme (z. B. durch Festhalten) festgelegt werden. Dann sind die Ansätze am Oberarm der feste Punkt, die Brustwand der bewegliche: Die Brustwand wird durch den Zug des Muskels gehoben, der Brustraum erweitert. — So kann also auch der große Brustmuskel gelegentlich ein Hilfsmuskel der Atmung werden.

Instinktiv greift der nach Atem Ringende z. B. nach scharfem Rudern, heftigem Lauf usw. mit den Händen nach irgend einer festen Stütze, so der Ruderer nach der Bordkante seines Bootes, und hält die Arme fest gestreckt, um den von Arm und Schulter zum Brustkorb gehenden Muskeln festen Ansatz zu gewähren, von wo aus sie auf den Brustkorb einen Zug ausübend, die angestrengten tiefsten Atembewegungen mit vollziehen helfen.

c) Gesonderte Wirkung der beiden Portionen des Muskels.

Der obere, vom Schlüsselbein zum Oberarm gehende Teil des Muskels zieht die Schulter als Ganzes (den „Schulterstumpf") bei herabhängendem Arm schief nach oben und vorn, rundet den Rücken, höhlt die Brust. Der Muskel fördert so die Stellung bei einer demütigen Bitte; bewirkt bei plötzlichem Schreck das Zusammenschauern der Schultern; preßt ferner den Arm fest an die Seite des Rumpfes beim Tragen einer schweren Last auf der Schulter oder beim Anstemmen mit der Schulter (Fig. 235).

Fig. 235. Mitwirkung der oberen Portion des großen Brustmuskels.

Die untere, vom Brustbein entspringende größere Portion zieht den Schulterstumpf nach vorn und abwärts.

Die obere Portion senkt den emporgehobenen aufwärts gestreckten Arm in schwunghafter Bewegung zum Schlag von oben — oder in langsamer Bewegung zur Gebärde des segnenden Priesters.

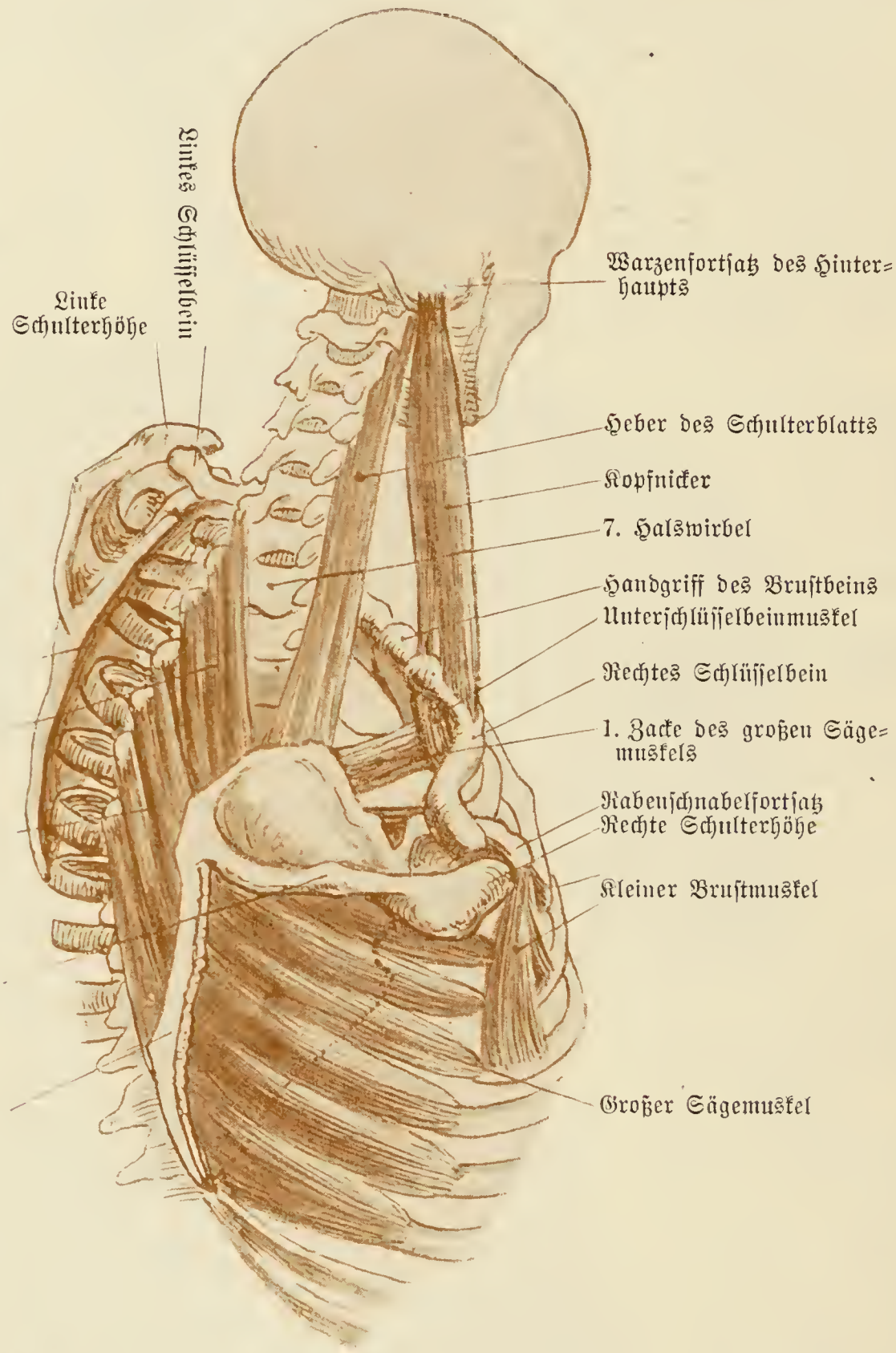


Fig. 236. Einige wichtige Muskeln des Halses und des Schulterblatts. Ein großer (durch punktierte Linie angedeuteter) Teil des Schulterblattes ist entfernt, um den darunterliegenden großen Sägemuskel zu zeigen (nach Harleß).

Die untere Portion senkt den wagerecht ausgestreckten Arm in jeder Stellung nach abwärts. —

Es folgt nun die zweite Schicht der Brustmuskeln.

Schlüsselbeinmuskel.

2. Der Schlüsselbeinmuskel.

Ursprung: Untere Seite des Schlüsselbeins.

Ansatz: Oberer Rand des Knorpels der ersten Rippe.

Wirkung: Der Muskel ist, von der Rippe aus wirkend, Halter des Schlüsselbeins bei mannigfachen Bewegungen.

Vom Schlüsselbein aus wirkend ist er Heber der ersten Rippe, hilft also den Brustkorb als Hilfsmuskel der Atmung gerade in der wichtigen Gegend der Lungenspitze erweitern.

3. Der kleine Brustmuskel (auch schon vorderer kleiner Sägemuskel genannt). Kleiner Brustmuskel.
Ursprung: Mit drei oder vier Zacken von der Außenfläche der 2.—5. Rippe.
Ansatz: Rabenschnabelfortsatz des Schulterblatts.
Wirkung: Von den Rippen aus wirkend, zieht der Muskel die Schulter nieder. Vom festgelegten Schulterblatt aus wirkend, ist er Hilfsmuskel der Atmung, hebt die Rippen und damit die vordere Brustwand.

4. Der große (vordere) sägeförmige Muskel oder Sägemuskel. Derselbe nimmt die ganze Seitenwand des Brustkorbs von der ersten bis zur achten oder neunten Rippe ein. Seinen Namen hat er davon, daß die Zacken des Muskels eine sägeförmige Linie an der Seitenwand der Brust bilden. Die 5—6 oberen Zacken werden verdeckt vom Brustmuskel, nur die untern werden sichtbar und treten, namentlich bei emporgehobenem Arm, deutlich unter der Haut hervor. Großer Sägemuskel.

Ursprung: mit 8—9 Zacken, die zu einem breiten Muskelkörper verschmelzen, von den oberen 8—9 Rippen. Der Muskel geht sodann unter dem Schulterblatt her, so daß dieses mit seiner vorderen Fläche auf dem Fleisch des Muskels liegt, und findet seinen Ansatz am inneren Rand des Schulterblatts (Fig. 236).

Wirkung: 1. Werden die Rippen in der Weise festgelegt, daß einer tiefen Einatmung nach Schluß des Kehlkopfes eine Ausatmungsbewegung folgt, welch letztere aber wegen des Verschlusses der Luftwege nur zur vorübergehenden Zusammenpressung des Inhalts der Lungen unter Aufhörung der Atembewegungen führt (Vorgang der „Pressung" oder „Anstrengung"), so zieht der Muskel das Schulterblatt nach vorn und stellt es am Brustkorb fest. Nur dadurch, daß das bewegliche Schulterblatt, von welchem aus die Mehrzahl der Hauptmuskeln des Oberarms entspringen, auf solche Weise festgelegt und dadurch den Armmuskeln ein unbeweglicher Ursprung gewährt wird, ist es möglich, die volle Kraft dieser Muskeln für die Bewegungen des Armes in Anspruch zu nehmen.

Übrigens muß der große Sägemuskel in der unbeweglichen Festlegung des Schulterblattes durch die gegensinnig wirkenden rautenförmigen Muskeln am Rücken (s. u.) unterstützt werden.

2. Dieselben rautenförmigen Muskeln müssen sich zusammenziehen und das Schulterblatt halten, wenn der große Sägemuskel auf die Rippen als Hilfsmuskel der Atmung wirken soll. In diesem Falle zieht der Sägemuskel in kräftiger Weise die Rippen seitwärts auseinander, und bewirkt damit seitliche Erweiterung des Brustkorbes, die Flankenatmung. —

Bei Lähmung des großen Sägemuskels ist eine Festlegung der Schulter und damit angestrengte Armthätigkeit unmöglich. Der innere Schulterblattrand dreht sich dann nach außen, die Schulterblätter stehen flügelförmig vom Brustkorb ab.

Der große Sägemuskel bildet die Innenwand der Achselhöhle, der große Brustmuskel die vordere, der breite Rückenmuskel die hintere Wand.

Dritte Schicht.

5. Die äußeren und inneren Zwischenrippenmuskeln, zwischen den Rippen rund um den Brustkorb ausgespannt, bilden die dritte Schicht der Brustmuskeln (Fig. 237). Die äußeren sind zwischen den Rippen in schräger Richtung von oben nach unten und vorn, die inneren, von den oberen meist bedeckt, in schräger Richtung von oben nach unten und hinten ausgespannt. Die Summe all dieser kleinen Muskelfasern, welche die gesamten Lücken zwischen den Rippen, die Zwischenrippenräume aus- Zwischenrippenmuskeln

füllen, bildet einen starken Muskelkörper. — Die Lücke, welche vorn am Brustbein der schräg ansetzende äußere Zwischenrippenmuskel zwischen den Rippenknorpeln läßt, wird ausgefüllt durch das schimmernde Brustband, eine glänzende glatte Bandmasse.

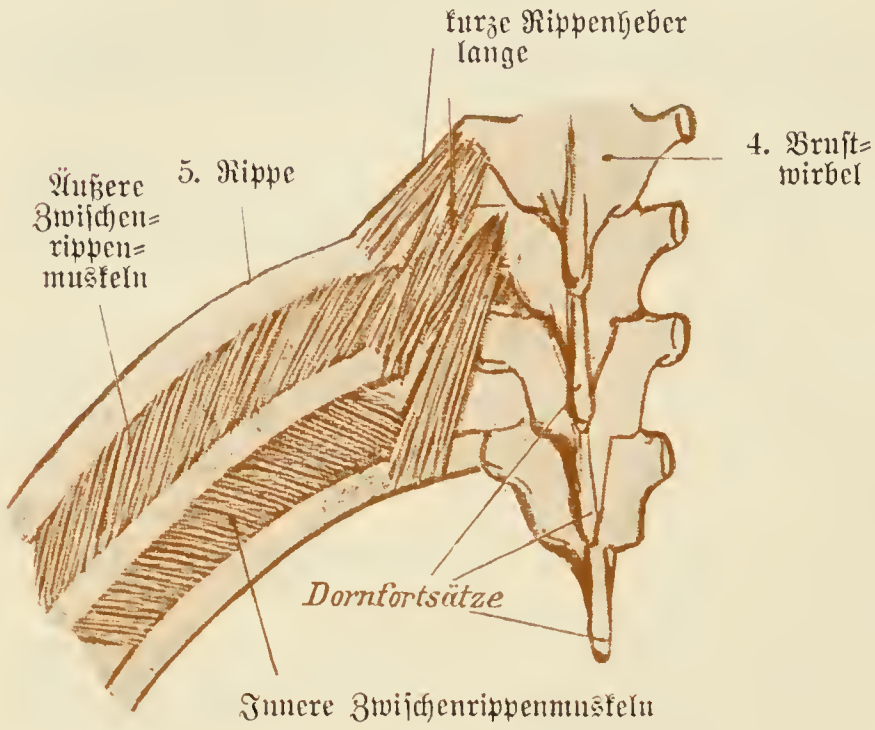


Fig. 237.

Die Zwischenrippenmuskeln, obwohl quer gestreift, werden für gewöhnlich nicht willkürlich, sondern unwillkürlich, automatisch bewegt. Sie bilden zusammen mit dem Zwerchfell die eigentlichen Atemmuskeln, welche — im Gegensatz zu den nur gelegentlich beim Atemgang mitbeteiligten Hilfsatemmuskeln — stets bei jeder Einatmung thätig sind.

6. An der hinteren oder inneren Fläche des Brustbeins liegt der dreiwinkelige Brustmuskel. Vom Brustbein entspringend, geht er beiderseits schräg aufwärts zum dritten bis sechsten Rippenknorpel. Er zieht bei starker Ausatmung die Rippenknorpel zurück, und ist ein Hilfsatemmuskel, der jedoch im Gegensatz zu den bisher genannten Hilfsatemmuskeln nicht bei der Ein-, sondern bei der Ausatmung thätig ist.

§ 88. Die breiten Nacken- und Rückenmuskeln.

Breite Nacken- und Rückenmuskeln.

Die Mehrzahl der breiten Rückenmuskeln — und zwar die stärksten und breitesten — dienen zur Haltung und Bewegung von Schulterblatt und Arm. Es sind dies der Trapez- oder Kappenmuskel, der breite Rückenmuskel, die rautenförmigen Muskeln, der Heber des Schulterblattes (Fig. 238).

Die Rippen werden bewegt von den hintern Sägemuskeln, der Kopf von den bauchförmigen Muskeln.

Kappen- oder Trapezmuskel.

1. Der Kappenmuskel oder Trapezmuskel. Erstere Bezeichnung hat der Muskel davon, daß er wie eine Mönchskappe oder Kapuze zipfelförmig am Rücken hinabgeht: „zur Mahnung, daß der Mensch ein gottgefälliges Leben führen muß". — Der viereckige Umriß der beiden Muskeln in ihrer Gesamtheit veranlaßte den Namen „trapezförmig".

Ursprung: Der Trapezmuskel entspringt von der bogenförmigen Linie des Hinterhaupts; dem Hinterhauptsstachel; dem Nackenband; den Spitzen der Dornfortsätze aller Hals- und Brustwirbel. Die Fasern des Muskels ziehen von diesen ausgedehnten Ursprüngen zusammenstrahlend zur Schulter. In der Gegend des letzten Halswirbels ist es ein trapezförmiger Sehnenfleck, von dem die Muskelfasern entspringen. An dieser Stelle, wo der Dornfortsatz des letzten Halswirbels deutlich als Hervorragung gefühlt und auch gesehen werden kann, bildet sich namentlich bei Weibern eine stärkere Fettansammlung, welche als sanfte Wölbung an der betreffenden Stelle des Nackens sich bemerkbar machen kann.

Ansatz: Der Muskel setzt sich mit seinen obern Fasern an das Schulterende des Schlüsselbeins und an die Schulterhöhe an; mit der Masse seiner mittleren

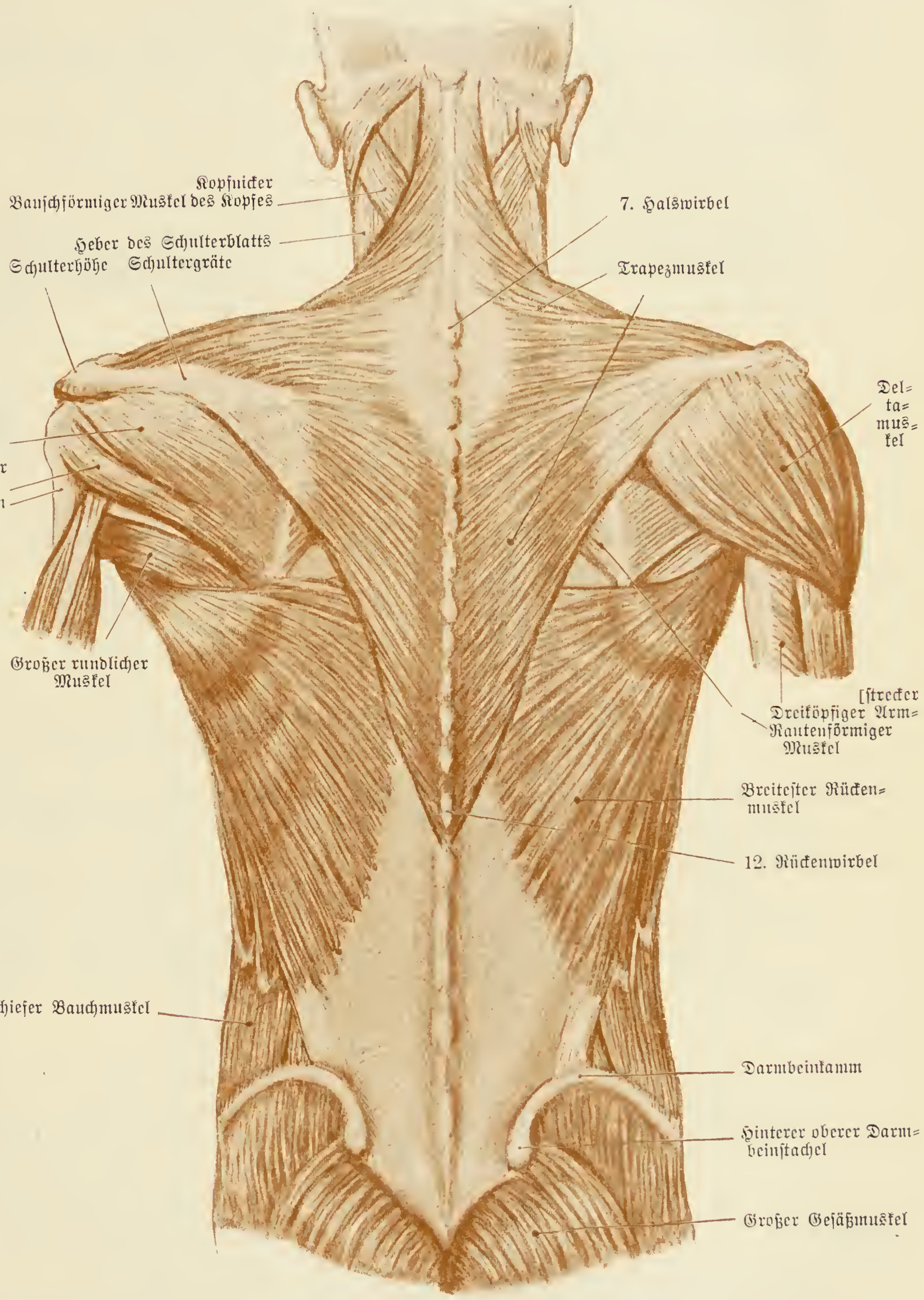


Fig. 238. Rückenmuskeln, oberflächliche Schicht. Links ist der Deltamuskel entfernt, um die darunterliegenden Schulterblatt-muskeln zu zeigen.

Bündel an die Schultergräte; die unteren Fasern endlich gehen bis zum oberen Teil des inneren Schulterblattrandes.

Die Wirkung dieses großen Muskels ist eine verschiedene, je nachdem einzelne Teile desselben oder seine gesamten Fasern arbeiten und sich zusammenziehen.

Nach der Wirkung der einzelnen Abschnitte des Muskels (Fig. 239 und 240) unterscheiden wir:

I. Die obere oder Schlüsselbeinportion (auch respiratorischer oder Atmungsteil): der sich an das Schlüsselbein ansetzende Teil des Muskels.

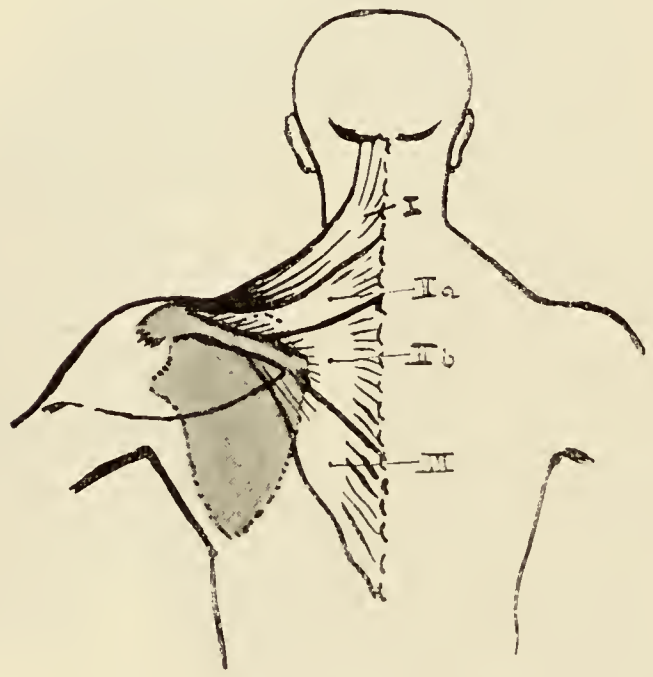


Fig. 239. Die verschiedenen Portionen des Trapezmuskels.

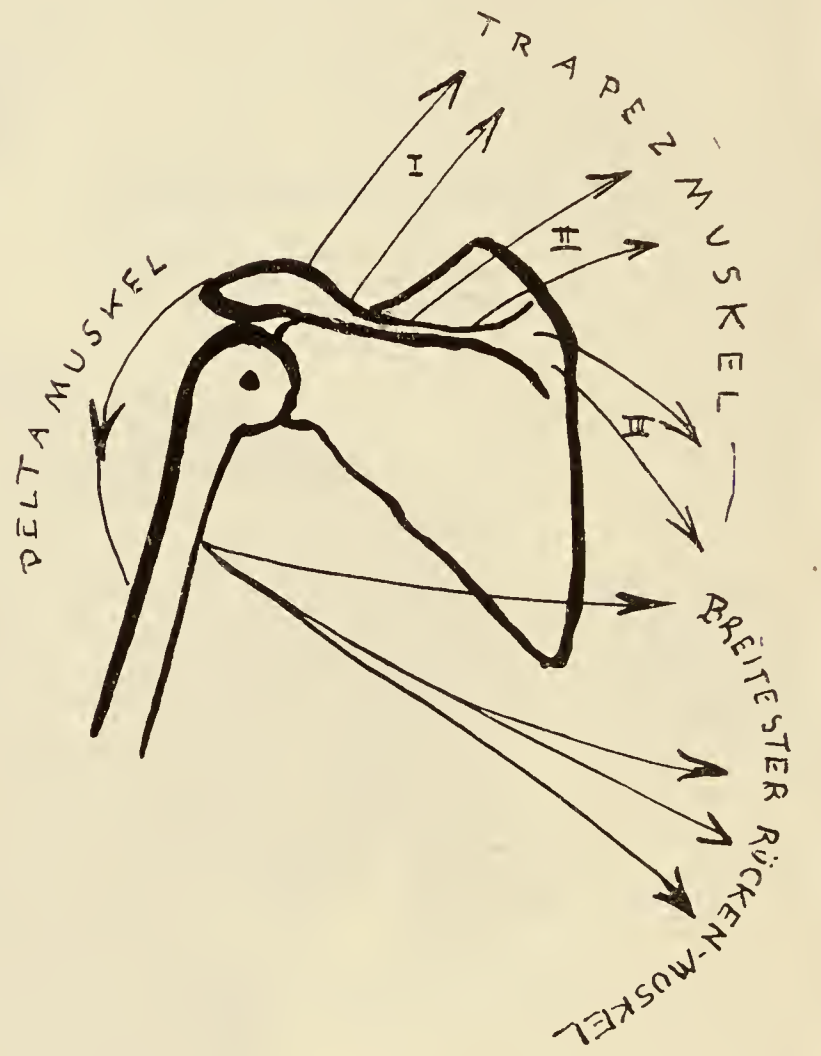


Fig. 240. Zugrichtung der Fasern des Trapez-, Delta- und breitesten Rückenmuskels.

Wirkt dieser Teil des Muskels auf einer Seite allein vom Schlüsselbein aus, so neigt er den Kopf nach seiner Seite und dreht das Kinn dabei nach der entgegengesetzten Seite.

Wirkt die obere Portion auf beiden Seiten gleichzeitig, so zieht sie den Kopf nach hinten.

Umgekehrt: ist der Kopf fixiert durch die entsprechenden, den Kopf haltenden Muskeln, so hebt die obere Portion die Schultern als Ganzes (den „Schulterstumpf") und hilft die Lungenspitzen lüften.

II. Die mittlere Portion zerfällt in zwei Abschnitte:

a) Der erste Abschnitt, welcher sich an die Schulterhöhe und die äußere Hälfte der Schultergräte ansetzt, dreht bei gesonderter Zusammenziehung das Schulterblatt um eine durch den oberen inneren Schulterblattwinkel gelegte Achse, so daß der untere Schulterblattwinkel sich von der Mittellinie, der Wirbelsäule, entfernt, und nach außen zur Achselhöhle hingeht, während der äußere obere Schulterblattwinkel gehoben wird (Fig. 241).

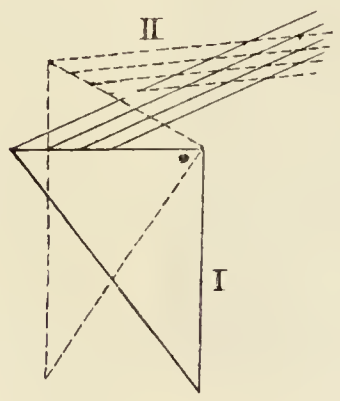


Fig. 241. Schema der Wirkung der 2. Portion des linken Trapezmuskels auf das Schulterblatt. I Ruhestellung. II Drehung des Schulterblatts bei Zusammenziehung des Muskels. Die Axe der Drehung durch einen Punkt bezeichnet.

Es ist dies dieselbe Bewegung des Schulterblattes, welche allein das Heben des Armes aus der horizontalen Seithebhalte zur senkrechten Hochhebhalte ermöglicht, wie oben bei Beschreibung des Schultergelenkes gezeigt wurde.

Auf diese Weise wird der Trapezmuskel mit einem großen Teil seiner Fasern Heber des Armes.

b) Der zweite Abschnitt der mittleren Portion setzt sich an die innere Hälfte der Schulterblattgräte. Seine Zusammenziehung bewirkt einfaches Annähern des Schulterblatts zur Wirbelsäule oder Mittellinie des Körpers.

III. Die untere Portion, welche am oberen Teil des inneren Schulterblattrandes sich ansetzt, senkt bei der Zusammenziehung den oberen inneren Winkel des Schulterblattes und nähert das Schulterblatt der Mittellinie.

Gesamtwirkung des Trapezmuskels: Mit allen Abschnitten gleichzeitig wirkend, hebt der Muskel das Schulterblatt. Ähnlich wie dies für den oberen Abschnitt des großen Brustmuskels geschildert war, wird dabei die Schulter als Ganzes gehoben und bei Belastung der Schulter durch eine aufgelegte Last festgehalten und entgegengestemmt.

Weiterhin nähert der Muskel den inneren Rand des Schulterblattes der Mittellinie, zieht dadurch die Schultern zurück und wölbt die Brust vor; zugleich wirft dabei der Muskel den Kopf zurück. Er bewirkt also diejenige Haltung, welche im oberen Teil des Rückens und der Brust beim Strammstehen eingenommen wird (Fig. 242).

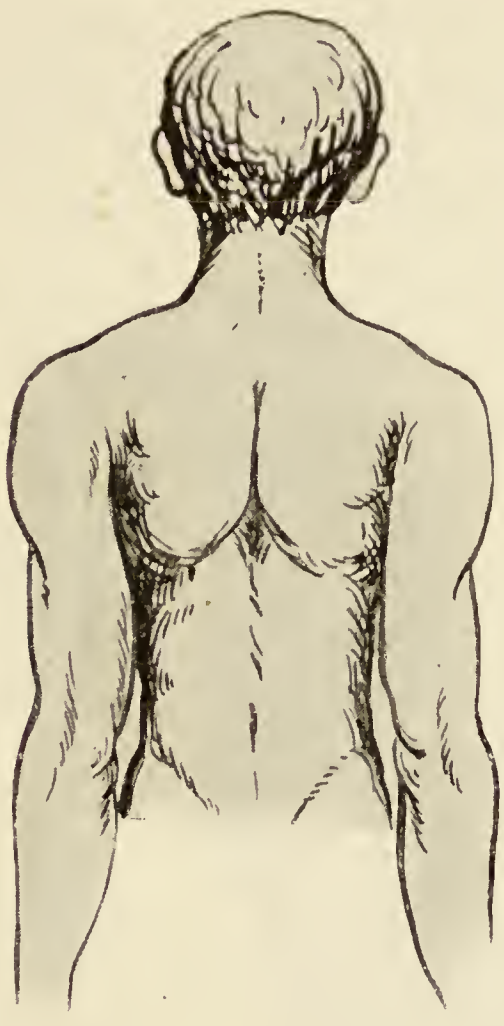


Fig. 242. Wirkung der Zusammenziehung des gesamten Trapezmuskels (stramme Haltung).

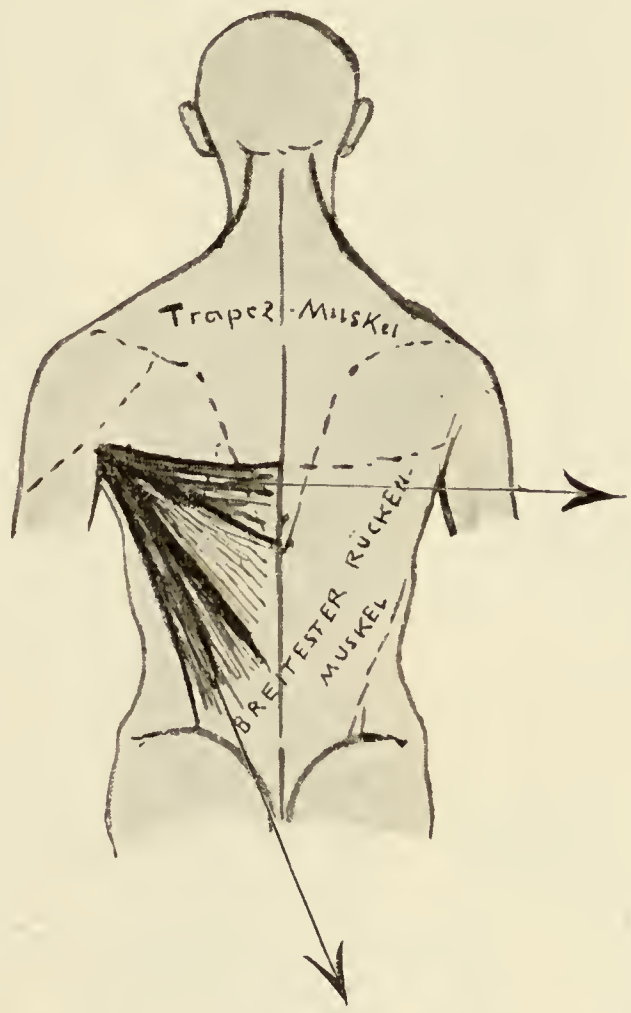


Fig. 243. Verlauf der Fasern des breitesten Rückenmuskels. Die Pfeile geben die Zugrichtungen der oberen und der unteren Fasern an.

2. Der breiteste Rückenmuskel. Von allen äußeren Muskeln des Skeletts besitzt dieser die größte Flächenausdehnung. Breitester Rückenmuskel.

Ursprung: Dornfortsätze der vier bis sechs untern Brustwirbel, aller Lenden- und Kreuzwirbel, hinterer Teil des Darmbeinkammes (äußere Lefze). Der Ursprung ist als breite sehnige Haut gestaltet, die in einer gegen die Wirbelsäule konvexen Linie in das Fleisch des Muskels übergeht (Fig. 238).

Der Muskel umgreift die hintere wie die Seitenwand der Brust, wird dabei schmäler, geht über den unteren Winkel des Schulterblattes hinweg, dieses an den

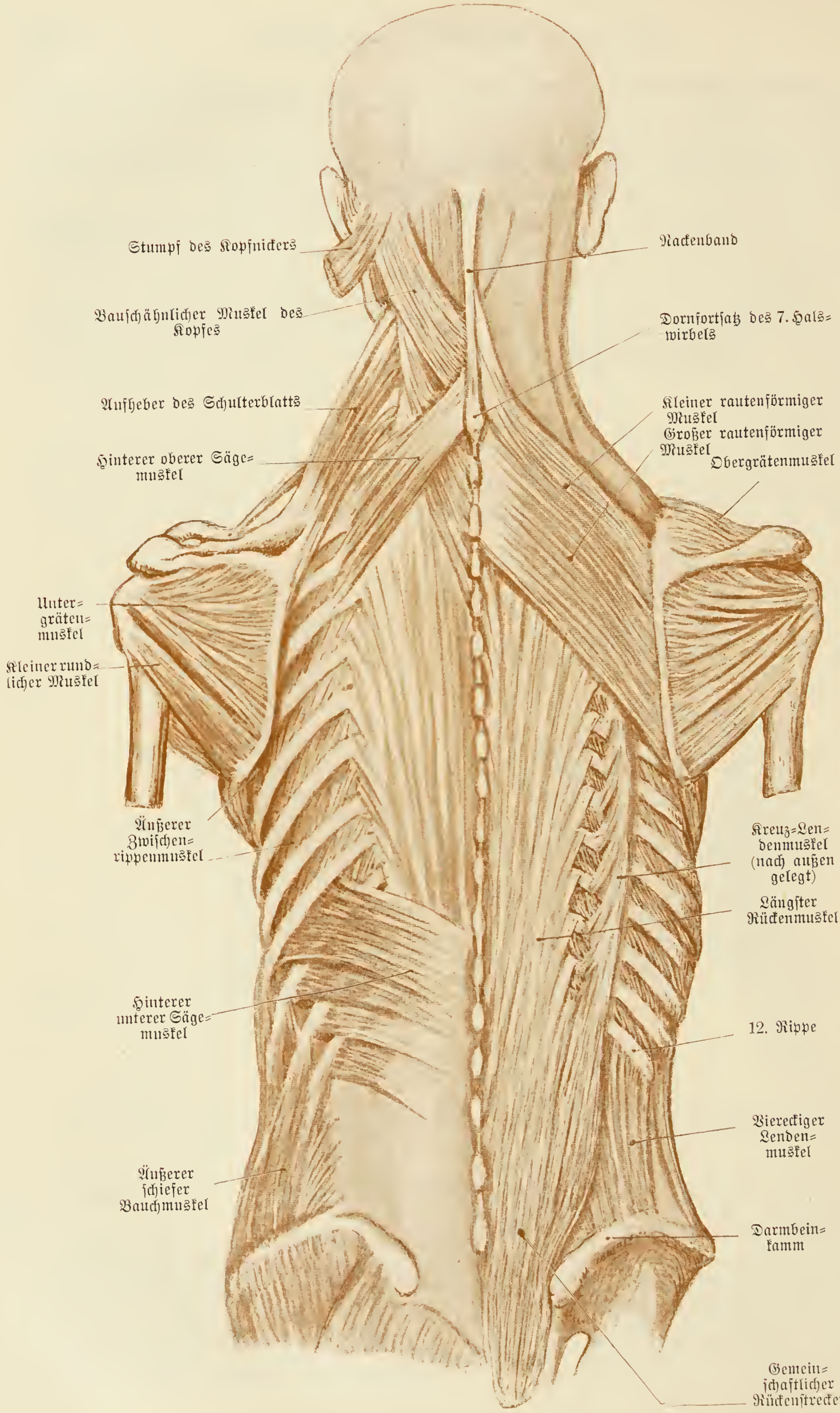


Fig. 244. Die tiefen und langen Rückenmuskeln. Links sind die rautenförmigen Muskeln entfernt.

Brustkorb andrückend, bildet die hintere Wand der Achselhöhle und geht dann über in seinen

Ansatz: mit zollbreiter starker platter Sehne an die Leiste des kleinen Oberarmhöckers.

Die Wirkung des Muskels ist eine mannigfache, ähnlich wie beim großen Brustmuskel (Fig. 243).

Den hochgehobenen Arm hilft er senken; den herabhängenden Arm zieht er rückwärts und nähert die Hand dem Gesäße (daher der alte obscöne Name des Muskels: Scalptor seu tersor ani).

Namentlich zieht der obere Teil den Arm nach innen und rückwärts. — Da die Fasern des oberen Teils über den unteren Schulterblattwinkel hinweggehen, so vermag der breite Rückenmuskel bei starker Zusammenziehung die Schulterblätter einander zu nähern, mit energischer Streckung des Rückens: der Muskel unterstützt und ergänzt in diesem Falle die Gesamtwirkung des Trapezmuskels.

Der untere Teil des Muskels zieht den Schulterstumpf nach abwärts, senkt die Schultern. —

Zweite Schicht (Fig. 244).

Großer und kleiner rautenförmiger Muskel.

3. Großer und kleiner rautenförmiger Muskel, vom Trapezmuskel bedeckt. Die beiden Muskeln, nur durch einen Schlitz geschieden, sind nach Richtung und Wirkung als ein einziger Muskel zu betrachten.

Ursprung: Dornfortsätze der zwei unteren Hals- und der vier oberen Brustwirbel.

Ansatz: Innerer Rand des Schulterblattes.

Wirkung:

1. Der Muskel nähert das Schulterblatt als Ganzes der Wirbelsäule.

2. Er dreht mit seinen untern Fasern das Schulterblatt um eine durch den äußern Winkel des Schulterblatts gelegte Achse, so daß der innere untere Schulterblattwinkel der Wirbelsäule genähert wird, während der innere obere Winkel sich hebt. Er wirkt damit im Gegensatz zum mittleren Teil des Trapezmuskels, welcher das Schulterblatt um seinen inneren oberen Winkel dreht und den unteren Schulterblattwinkel von der Mittellinie entfernt.

3. Vor allem aber ist zu beachten das gegensätzliche Verhältnis der rautenförmigen Muskeln zum großen Sägemuskel. Nur wenn der Rautenmuskel zusammengezogen ist und das Schulterblatt festhält, vermag der große Sägemuskel auf die Rippen zu wirken, und als Atemmuskel den Brustkorb zu erweitern. Somit gehört auch der Rautenmuskel zu den Hilfsmuskeln der Atmung. — Ist der Brustkorb erweitert und in der Einatmungsstellung festgelegt, dann ist es vor allem die vereinte Thätigkeit der beiden Muskeln, Säge- und Rautenmuskel, welche das Schulterblatt unbeweglich festhält, und dem Arm die volle Ausnützung seiner Kraft ermöglicht (Fig. 245).

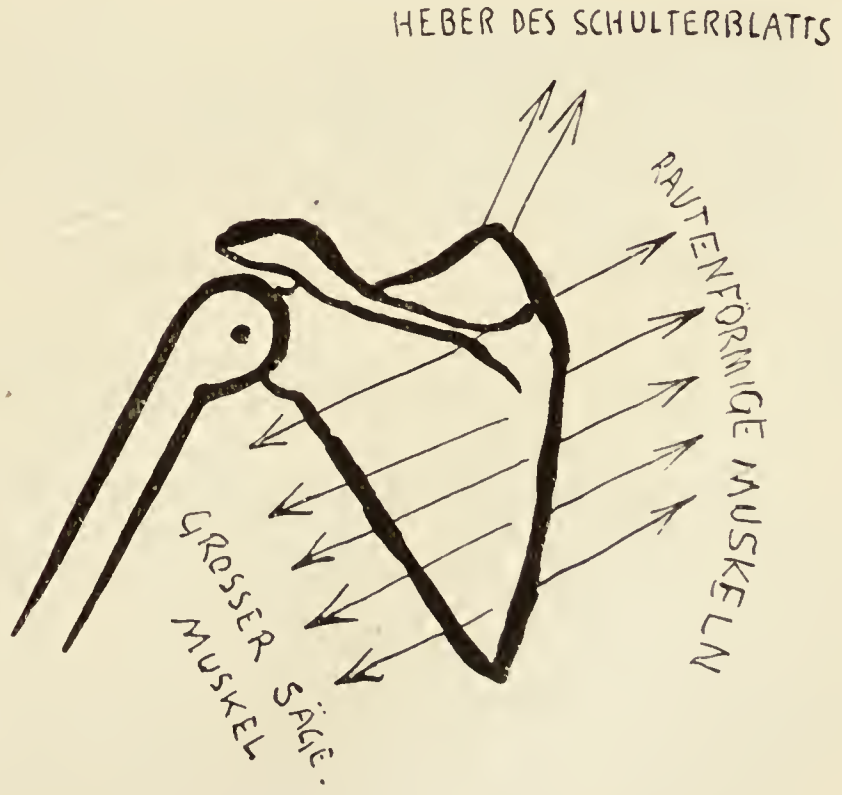


Fig. 245. Zugrichtung des Rauten-, des großen Sägemuskels und des Hebers des Schulterblatts.

Aufheber des Schulterblatts.

4. Der Aufheber des Schulterblatts (unter dem Trapezmuskel).

Ursprung: mit vier sehnigen Köpfen von den Querfortsätzen der vier oberen Halswirbel.

Ansatz: Innerer oberer Winkel des Schulterblatts.

Wirkung: Der Muskel hebt die Schulter; er dreht das Schulterblatt um eine durch den äußern Winkel gelegte Achse, so daß der untere Schulterblattwinkel der Mittellinie genähert, der innere obere Winkel gehoben wird (Fig. 246).

Der Muskel wirkt damit gleichsinnig mit dem unteren Teil des rautenförmigen Muskels.

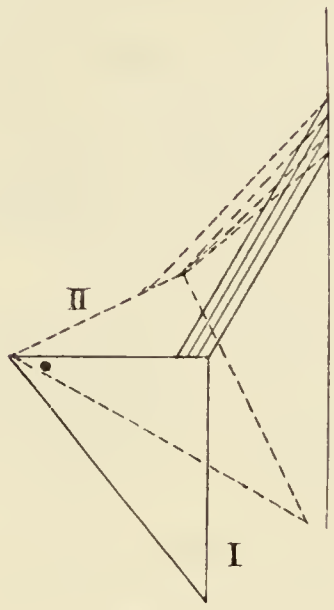


Fig. 246. Schema der Wirkung des linken Aufhebers des Schulterblatts. I Ruhestellung. II Stellung bei Zusammenziehung des Muskels. Axe der Drehung durch einen Punkt bezeichnet.

Dritte Schicht.

Hinterer oberer Sägemuskel

5. Unter dem Rautenmuskel liegt der hintere obere sägeförmige Muskel.

Ursprung: Dornfortsätze der zwei untern Hals- und der beiden oberen Brustwirbel.

Ansatz: mit 4 Zacken an der 2.—5. Rippe.

Wirkung: Rippenheber, also die Einatmung fördernd und Hilfsmuskel der Atmung.

Einseitig wirkend, kann der Muskel ebenso wie der folgende als Seitwärtsbieger der Wirbelsäule thätig sein.

Hinterer unterer Sägemuskel.

6. Unter dem breiten Rückenmuskel liegt der hintere untere sägeförmige Muskel.

Ursprung: 2 untere Brust-, 2 obere Lendenwirbel.

Ansatz: Mit 4 Zacken an den letzten vier Rippen.

Wirkung: Niederziehen der Rippen, also die Ausatmung fördernd (Hilfsmuskel der Atmung).

Bauschähnlicher Muskel des Kopfes und Halses.

7. Unter dem Trapezmuskel und zum Teil unter dem Rautenmuskel liegt der bauschähnliche Kopf- und Halsmuskel.

Ursprung: Dornfortsätze des 3. Hals- bis 4. Brustwirbels.

Ansatz: Halbkreisförmige Linie des Hinterhaupts bis zum Warzenfortsatz hin.

Wirkung: Einseitig wirkend, ist der Muskel Dreher des Kopfes und Halses; doppelseitig wirkend, beugt der Muskel den Kopf zurück. Sind gleichzeitig die gegensinnigen Muskeln, welche den Kopf nach vorn beugen, zusammengezogen, so bewirkt die vereinte Thätigkeit Festhaltung des Kopfes, so daß die vom Kopf und der Halswirbelsäule entspringenden Hilfsatemmuskeln — Kopfnicker, oberer Teil des Trapezmuskels und die Rippenheber — auf den Brustkorb als Hilfsmuskeln der Atmung einwirken können.

§ 89. Die Bauchmuskeln.

Bauchmuskeln.

Die vordere Bauchwand, in welche die Bauchmuskeln als übereinander liegende dünne Muskelplatten eingelagert sind, ist ausgespannt zwischen den Rippenbögen und dem Becken. Der Rauminhalt der Bauchhöhle ist jedoch viel größer, als nach der äußeren Ansicht zu vermuten wäre. Die Bauchhöhle wird nach oben vergrößert dadurch, daß das Zwerchfell vom unteren Rande des Brustkorbes kuppelförmig in die Höhe steigt; nach unten dadurch, daß sie bis in das kleine Becken hinabreicht.

Da der untere Rippenrand nicht parallel dem Beckenring verläuft, so ist die Höhe der Bauchwand an den verschiedenen Stellen eine verschiedene: sie ist am

größten in der Mittellinie zwischen Schwertknorpel und Schamfuge, am kleinsten zwischen 12. Rippe und Beckenwand in der Flankengegend.

Je nachdem jemand fettreich und dick oder mager und fettarm ist, ist der Bauch mehr vorgewölbt, bis zum Schmerbauch, oder eingewölbt und hohl. Die vorkommenden Unterschiede sind außerordentlich bedeutend.

Die Einatmung wölbt den Bauch dadurch vor, daß die Kuppel des Zwerchfells hinabsteigt und die Baucheingeweide hinab und gegen die weiche vordere Bauchwand vordrängt; umgekehrt steigen bei der Ausatmung die Kuppel des Zwerchfells und durch den äußern Luftdruck ihr nachfolgend, die Baucheingeweide in die Höhe. Dadurch wird die Vorwölbung des Bauches entsprechend eingedrückt (Fig. 247).

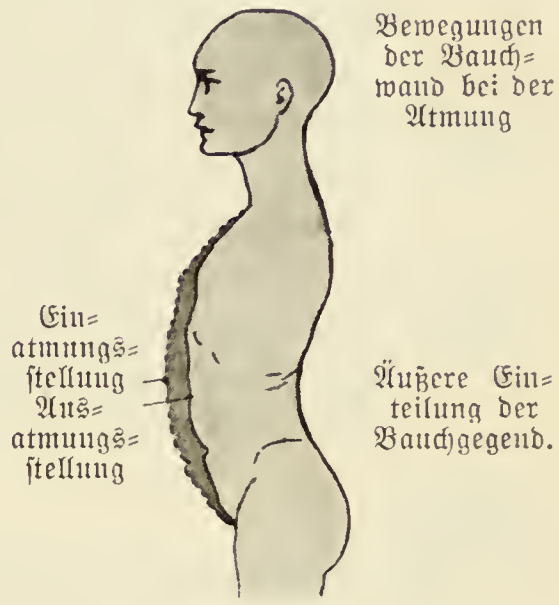


Fig. 247. Bauchatmen.

Zieht man im Rücken von den untern Schulterblattwinkeln je eine Linie zum hinteren Drittel des Darmbeinkammes, so erhält man rechts und links von der Lendenwirbelsäule die Lendengegend; seitlich zwischen Rippenwand und Becken die Flanken oder Bauchweichen.

Zieht man vorn von den Schlüsselbein-Brustbeingelenken je eine Linie zum oberen Darmbeinstachel, zieht ferner zwischen den 10. Rippenknorpeln rechts und links sowie zwischen den beiden oberen Darmbeinstacheln Querlinien, so erhält man drei Regionen (s. o. Fig. 233):

die Ober-, Mittel- und Unter- } Bauchgegend

Die Oberbauchgegend endet nach oben in der Magen- oder Herzgrube. In der Mittelbauchgegend befindet sich der Nabel. Zwischen Nabel und Schamfuge sammelt sich besonders starkes Fett in der Bauchwand (Schmerbauch). Bei Weibern setzt sich diese Fettmasse über die Schamfuge hinaus fort zum Scham- oder Venusberg. An Körpern mit kräftiger Muskulatur und wenig Fett zeichnen sich deutliche Längsfurchen als Grenzen der geraden Bauchmuskeln ab.

Seitlich von der Bauchgegend liegen die Weichen. Bei schlanken mageren Individuen kann man hier unter die Rippen greifen: Rippenweichen (Hypochondrien); unter diesen liegen die Bauchweichen.

Die Haut der Bauchgegend ist zart und dünn, die des Rückens derb und dick. In der Schwangerschaft zeigt sich in der Haut in der Mittellinie des Unterbauchs namentlich bei brünetten Weibern ein deutlicher dunkler Streifen: Ablagerung von Farbstoff unter der Haut. —

A. Lange Bauchmuskeln.

Lange Bauchmuskeln.

Der gerade Bauchmuskel.

1. Der gerade Bauchmuskel.

Ursprung: 5., 6. und 7. Rippenknorpel und schwertförmiger Fortsatz des Brustbeins.

Ansatz: Schamfuge. — Der Muskel zeigt in seinem Fleisch verschiedene sehnige Inschriften: 2 über, 1 an, 1 unter } dem Nabel

entsprechend den Falten bei Zusammenkrümmung des Leibes. Die Unter-Bauchgegend ist vom Oberschenkel getrennt durch die Leistenbeuge oder den Bug.

Die queren sehnigen Inschriften geben der Bauchmitte bei kräftiger Entwicklung des Muskels und nicht zu fettreicher Haut ihr bezeichnendes Relief. Der Muskel ist

umhüllt von einer starken sehnigen Scheide, die von rechts und links in der Mittellinie des Bauches zusammenstoßend, die weiße Linie bildet. Diese Muskelscheide wird gebildet von den häutigen Sehnen der breiten Bauchmuskeln.

Wirkung: Der gerade Bauchmuskel nähert die Brust dem Becken, beugt also die Wirbelsäule. Er zieht den Brustkorb herab, verengert ihn dadurch, und ist somit auch ein Ausatmungsmuskel. Im Verein mit den andern Bauchmuskeln übt er einen Druck aus auf den Inhalt der Bauchhöhle: die Bauchpresse. Dieselbe tritt dann besonders stark ein, wenn ein Teil des Inhalts der Bauchhöhle aus derselben befördert werden soll, sei es nach oben: Erbrechen; sei es nach unten: Kotentleerung, Harnlassen, Gebärakt.

Pyramidenförmiger Muskel.

3. Der pyramidenförmige Muskel: kleiner von der Schamfuge zur Scheide des geraden Bauchmuskels gehender Muskel. Er spannt zur Erleichterung der Thätigkeit des geraden Bauchmuskels dessen Scheide.

Breite Bauchmuskeln.

B. Breite Bauchmuskeln.

Der äußere schiefe Bauchmuskel.

3. Der äußere schiefe oder schief absteigende Bauchmuskel.

Ursprung: Außenfläche der 7 bis 8 unteren Rippen, von denen der Muskel mit breiten Zacken entspringt; die vier oberen Zacken greifen in die entsprechenden Zacken des großen Sägemuskels ein.

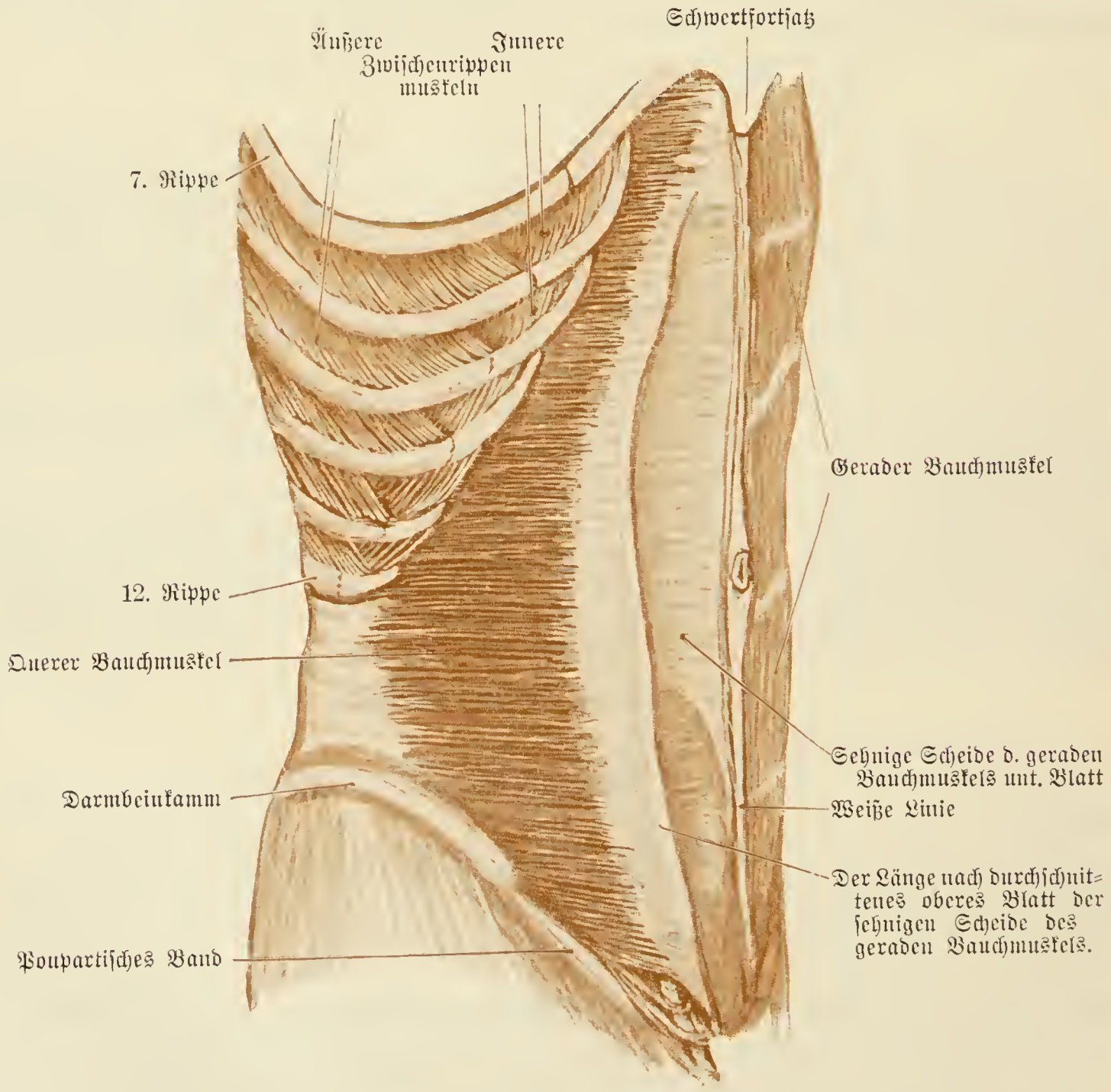


Fig. 248. Der quere Bauchmuskel nach Entfernung der beiden schiefen Bauchmuskeln.

Ansatz: die hinteren Bündel gehen fast senkrecht zum Darmbeinkamm hinunter; die übrigen, welche den Hauptteil des Muskel bilden, ziehen schief zur vorderen Bauchwand und endigen in einer sehnigen Haut, welche, den geraden Bauchmuskel umhüllend, in der Mittellinie mit der Sehnenhaut des Muskels der anderen Seite zur „weißen Linie" sich vereinigt. Am Leistenbug bildet die Sehne des Muskels, rinnenförmig umgebogen, einen starken bandartigen Rand, das Poupartische Band, welches zwischen vorderem oberen Darmbeinstachel und Schamfuge brückenartig ausgespannt ist (Fig. 234).

4. Der innere schiefe oder schief aufsteigende Bauchmuskel, unter dem vorigen liegend. Innerer schiefer Bauchmuskel.

Ursprung: Sehnige Scheide der langen Streckmuskeln des Rückens; Darmbeinkamm (mittlere Lefze); vorderer oberer Darmbeinstachel; äußere Hälfte des Poupartischen Bandes.

Ansatz: Die hinteren Bündel gehen zu den drei letzten Rippen; die Masse der mittleren zur vorderen Bauchwand; die vordersten zum Leistenring, schlingenförmig den Samenstrang umfassend, als Heber des Hodens.

5. Der quere Bauchmuskel, die innerste Schicht bildend. Querer Bauchmuskel.

Ursprung: Knorpel der sechs unteren Rippen; sehnige Haut des viereckigen Lendenmuskels; innere Lefze des Darmbeinkamms; äußere Hälfte des Poupartischen Bandes.

Ansatz: Quer zur sehnigen vorderen Bauchwand (Fig. 248).

6. Der viereckige Lendenmuskel. Viereckiger Lendenmuskel.

Ursprung: Hinterer Darmbeinkamm.

Ansatz: Querfortsätze der vier oberen Lendenwirbel und unterer Rand der 12. Rippe.

§ 90. Die Bauchpresse

Die Bauchpresse.

oder gemeinsame Wirkung der Bauchmuskeln. —

Wie die Züge eines starken Geflechts — z. B. eines Rohrstuhles — kreuzen sich die Faserrichtungen der Bauchmuskeln, indem sie senkrecht (langer Bauchmuskel), quer (querer Bauchmuskel), von oben außen nach unten innen (schief absteigender oder äußerer schiefer Bauchmuskel), von unten außen nach oben innen (innerer schiefer oder schief aufsteigender Bauchmuskel) verlaufen (Fig. 249).

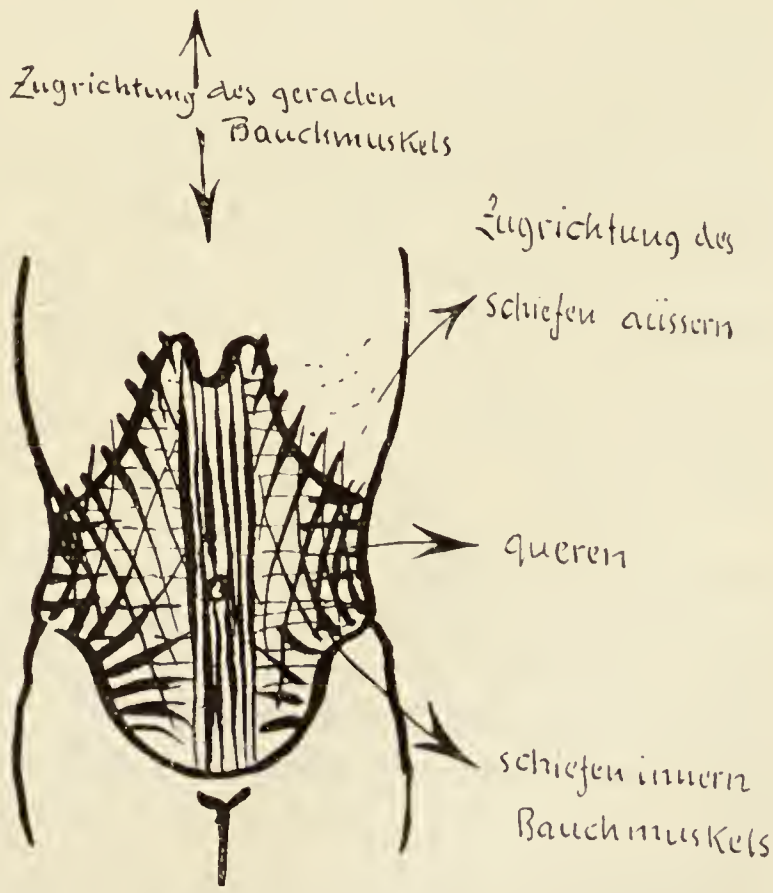


Fig. 249. Schema der Zugrichtungen der Bauchmuskeln.

Rumpfbeugung durch die Bauchmuskeln.

Diese starke Muskelwand hat folgende Wirkungen:

1. Sie nähert die Brust dem Becken, d. h. sie beugt den Rumpf. Nach der Faserrichtung scheint es, als ob der gerade Bauchmuskel fast ausschließlich diese Bewegung ausführe. Indes steht außer Zweifel, daß, wenn der gerade Muskel durch seine Verkürzung allein den Schwertfortsatz der Schambeinfuge annäherte, er unbedingt den kürzesten Weg zwischen diesen Punkten darstellen, d. h. von der Bauchwand vorspringen müßte. Thatsächlich ist aber bei der Rumpfbeugung der Bauch ein-

gezogen. Der verkürzte gerade Bauchmuskel verläuft nicht geradlinig, sondern gekrümmt in seiner Längsrichtung. Dies ist nur möglich dadurch, daß die schiefen und der quere Bauchmuskel durch ihre Zusammenziehung die sehnige Scheide, welche den geraden Bauchmuskel umgiebt, und damit den Muskel selbst stark nach einwärts ziehen. Mithin sind auch diese Muskeln an der Beugung des Rumpfes ebensogut beteiligt, wie der gerade Bauchmuskel selbst.

Entleerung des Inhalts der Bauchhöhle.

2. Wird der Rumpf durch den gleichzeitigen Gegenzug der Streckmuskeln der Wirbelsäule verhindert, sich auf Zug der Bauchmuskeln hin nur zu beugen, so wirkt die vereinte Thätigkeit der Bauchmuskeln stark pressend auf den Inhalt der Bauchhöhle, sucht die Bauchwand einzuziehen und den Raum der Bauchhöhle zu verkleinern. Dieser Druck wird aufs stärkste gesteigert dann, wenn ein Teil des Inhalts der Bauchhöhle durch die natürlichen Leibesöffnungen entleert werden soll; so bei Entleerung des Mageninhalts beim Brechakt; bei Entleerung des Mastdarms; beim Ausstoßen der Leibesfrucht während der Geburt; zur Unterstützung der Harnentleerung, namentlich wenn letztere irgendwie erschwert ist. Ebenso wird die Bauchpresse in Thätigkeit gesetzt bei Entfernung von Schleim aus den Luftwegen, also bei heftigem Husten oder Ausschneuzen der Nase.

Stärkere Ausatmungsbewegungen.

3. Für die beiden letzteren Thätigkeiten kommt besonders in Betracht, daß die Bauchpresse nicht nur auf den Inhalt der Bauchhöhle einwirkt, sondern auch auf den der Brusthöhle. Die Ursprünge und Ansätze der Bauchmuskeln an den acht unteren Rippen wie am Brustbein (Schwertfortsatz) bewirken bei Thätigkeit der Bauchpresse einen starken Zug am Brustkorb: die Rippen werden herabgezogen, der Brustraum verengt. Die Bauchmuskeln sind mithin kräftige Förderer der Ausatmung und treten bei jeder angestrengten Ausatmung als Ausatmungsmuskeln ein. Die Bauchpresse wird daher auch stets mehr oder weniger stark in Anspruch genommen, wenn nach tiefer Einatmung die Luftwege bis auf einen kleinen Spalt, sei es im Kehlkopf — beim Singen, Schreien usw. — sei es durch die Lippen — beim Pfeifen, Blasen eines Instrumentes — geschlossen werden, und nun zur Tonerzeugung die Lungenluft, unter starken Druck genommen, gewaltsam durchgepreßt wird.

Akt der Anstrengung oder Pressung.

4. Diese Thätigkeit der Bauchpresse wird aber vor allem in Bewegung gesetzt beim Akt der Anstrengung oder Pressung. Es ist schon oben wiederholt darauf hingewiesen, daß volle Ausnutzung der Muskelkraft nur möglich ist, wenn der Muskel von einem absolut unbeweglichen Ursprung aus auf den beweglichen Ansatz einwirkt. Der Umstand, daß der Schultergürtel, an welchem die Arme befestigt sind, nur mittels eines beweglichen Gelenks, des Schlüsselbein-Brustbeingelenks, mit dem Skelett in Verbindung steht, der Umstand ferner, daß nicht nur die Muskeln, welche das Schulterblatt festhalten, vorzugsweise am Brustkorb entspringen, sondern auch die wirksamsten Muskeln des Oberarms selbst, alles das bedingt, daß bei Höchstleistungen der oberen Gliedmaßen stets der Brustkorb festgelegt sein muß. Nur von einem unbeweglich gemachten Brustkorb aus kann die volle Kraft der Schulter- und Armmuskeln ausgenutzt werden.

Ja selbst bei Anstrengung in einem der Schulter entlegeneren Gebiet, z. B. der Hand, macht sich diese Notwendigkeit geltend. Will man in der Hand beispielshalber eine sehr harte Nuß zerdrücken, so entspringen die hierzu wirksamen Muskeln vom Unter- und Oberarm. Die Festlegung des Unterarms im Augenblick der Anstrengung erheischt Festlegung des Oberarms; die Festlegung des letzteren die des Schulterblatts; die Muskeln, welche das Schulterblatt fest halten, vermögen dies in kräftiger Weise nur, wenn ihr Ursprung fest ist, d. h. wenn der Brustkorb fest steht und keine Atembewegungen macht.

Ist wie im gedachten Beispiel der Vorgang auf einer Körperseite sich abspielend,

so würde die kräftige Bethätigung derjenigen mitwirkenden Muskeln, welche vom Rumpfe entspringen, nicht möglich sein, ohne das Gleichgewicht der Rumpfhaltung — denn der Rumpf balanciert mit der in sich beweglichen Wirbelsäule auf dem Becken — zu stören. Der Stamm oder Rumpf muß also ebenfalls durch Muskelzug vom Becken und den Beinen aus festgelegt werden usw. So schlägt eine kleine Bewegung an einer Körperstelle, bei der es sich aber um die größtmögliche Ausnutzung der Kraft der zunächst beteiligten Muskeln, kurz gesagt also um eine Anstrengung handelt, immer weitere Kreise, und zieht mehr oder weniger das gesamte Muskelsystem zu einer Art von Mitwirkung heran.

Der wesentlichste Vorgang bei der *Pressung oder Anstrengung* ist also der, daß durch tiefe vorherige Einatmung der Brustkorb in die Einatmungsstellung gebracht und nun unter Verschluß des Kehlkopfes, so daß keine Luft entweichen kann, die in dem Brustkorb eingeschlossene Luft durch starke Thätigkeit der Ausatmungsmuskeln heftigem Druck ausgesetzt wird. Diese Thätigkeit *macht den Brustkorb* für die Dauer der Anstrengung vollkommen *starr und unbeweglich*. Die vom Brustkorb entspringenden Muskeln können, somit die volle Kraft ihrer höchstmöglichen Zusammenziehung auf ihre beweglichen Ansätze an Schulter und Arm einwirken lassen.

Nun sind von denjenigen Muskeln, welche die Ausatmung fördern und den Brustkorb verengern, die Bauchmuskeln die mächtigsten und wirksamsten, den anderen Hilfsmuskeln der Ausatmung, wie dreiwinkliger Muskel und hinterer Sägemuskel weitaus überlegen. Mithin ist für den Akt der Anstrengung (oder der „Pressung", die indes, wie wir sahen, nur einen einzelnen Teil des Gesamtvorganges der Anstrengung bildet) die energische Thätigkeit der Bauchmuskeln von besonderem Belang, bildet gewissermaßen den Schlußstein in einer Kette zusammengehöriger Vorgänge.

Die Notwendigkeit der Anstrengung ist also bei allen Höchstleistungen an Kraft gegeben, soweit diese Höchstleistungen von irgendwelchen Muskeln *der oberen Gliedmaßen* beansprucht werden. Zahllose Übungen des Turnens bedingen, wenn auch nur flüchtig, den Vorgang der Anstrengung. Häufig wird derselbe angewendet, und die Bauchpresse mit Anhalten des Atems in Bewegung gesetzt, auch da, wo es nicht erforderlich gewesen wäre. Namentlich ist der ungeschickte Neuling, weil er den zu einer Übung notwendigen Kraftaufwand noch nicht sicher abzuschätzen weiß, geneigt, in der Ausnutzung aller möglichen Vorteile zu viel zu thun, um nur ja keine Fehlbewegung zu machen. Es ist Aufgabe des Turnlehrers, das übermäßige und überflüssige Anhalten des Atems bei leichteren, keine Höchstleistung erfordernden Übungen, stets zu rügen und zu untersagen. Denn der Einfluß, welchen der Akt der Anstrengung auf Kreislauf und Lungen ausübt, ist, wenn dieser Akt häufig und langandauernd wiederholt wird, ein bedenklicher. Weshalb, mag später erörtert werden.

§ 91. Die Übung der Bauchmuskeln.

Übung der Bauchmuskeln.

Die Arbeit der Bauchmuskeln ist, wie wir sahen, in mannigfacher Beziehung von großer Wichtigkeit. Namentlich ist es die Beförderung des Darminhalts, die Kotentleerung, welche wesentlich durch die Thätigkeit der Bauchpresse unterstützt wird. Bei Frauen kommt hinzu, daß kräftige Bauchmuskeln dem Geburtsakt sehr zu gute kommen, sowie ferner, daß Straffheit der Bauchdecken wertvoll ist, um wichtige Unterleibsorgane in ihrer richtigen Lage zu erhalten.

Vor allem ist es die Trägheit der Verdauung oder gewohnheitsmäßige Verstopfung, eins der verbreitetsten Übel, welche in zahlreichen Fällen mit Schlaffheit

der Bauchdecken verbunden ist, und durch entsprechende gymnastische Kräftigung der Bauchmuskeln gehoben werden kann. Dies trifft besonders bei Leuten mit sitzender Lebensweise zu. Wo träger Verdauung durch Übung der Bauchmuskeln abgeholfen werden kann, ist dieser Weg natürlich jedem andern Verfahren vorzuziehen, denn er kann einerseits keine Schädigung der Unterleibsorgane zur Folge haben, wie gewohnheitsmäßig genommene Abführmittel dies oft genug bewirken, andererseits gewährleistet er aber auch noch alle andern Vorteile, welche regelmäßige Übung für den Körper besitzt. Beim sogenannten diätetischen oder Gesundheitsturnen (Hausgymnastik) spielt deshalb gerade die Kräftigung der Bauchmuskulatur eine große Rolle.

Es ist dem deutschen Turnen der Vorwurf gemacht worden, daß es zu wenig oder gar nicht die Bauchmuskeln übe. Nichts ist verkehrter als das. Zahllose Gerätübungen setzen die Bauchmuskeln in zum Teil sehr kräftige Mitarbeit. Dies ist z. B. der Fall bei vielen Übungen am Reck, bei welchem auch (im Stütz) der direkte Druck der Reckstange auf die Baucheingeweide als die Darmbewegungen fördernd hinzukommt. Ebenso setzen die Schwingübungen am Pferd und die meisten Übungen am Barren zweifellos die Bauchmuskeln — gerade wie schiefe — in rege Thätigkeit und kräftigen dieselben.

Ein gleiches ist der Fall beim Betrieb aller Kraftübungen, die mit starker Anstrengung, d. h. Pressung verbunden sind. Das Stemmen und Werfen schwerer Gewichte, weiterhin das Ringen, kräftigen in hohem Grade die Bauchmuskulatur. Bei sogenannten Athleten, welche Kraftübungen sportsmäßig betreiben, findet man daher die Bauchmuskeln oft in außerordentlicher Weise entwickelt. Selbst durch dickere Bauchdecken hindurch fühlt man bei solchen Leuten während einer Anstrengung — z. B. beim Heben einer schwersten Hantel — die geraden Bauchmuskeln als harte, derbe Stränge den Bauch hinabziehen. Bei antiken Statuen, welche athletische Kraft verkörpern sollen, wie die des Herakles, zeigt die Bildung des Unterleibs, daß auch die Alten diesen Einfluß der Kraftübungen wohl kannten. — Von anderen Leibesübungen bietet vor allem das Rudern auf dem

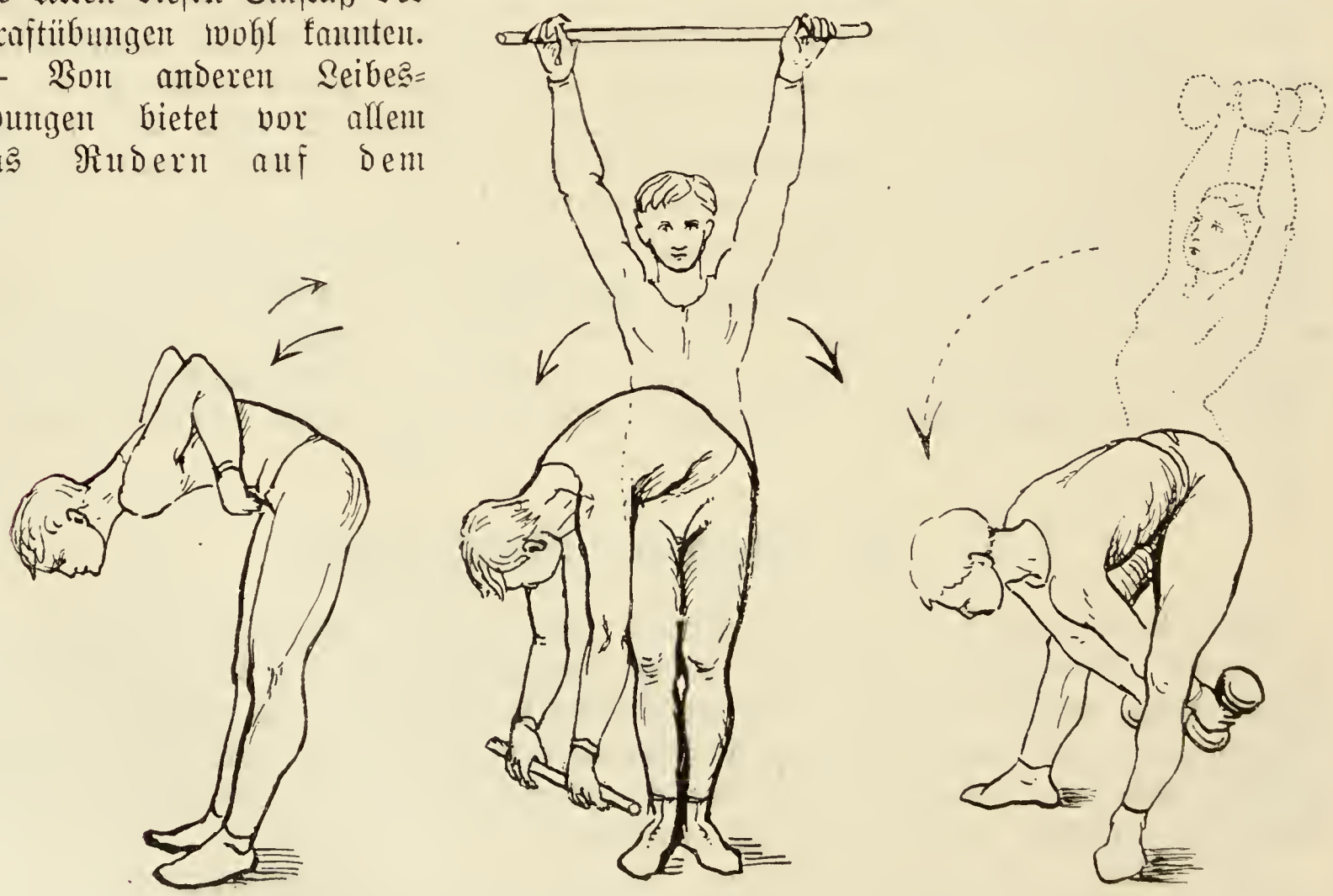


Fig. 250. Fig. 251. Fig. 252.

Gleitsitz eine treffliche Übung der Bauchmuskeln. Auch das Schwimmen ist hier zu nennen.

Alle diese Übungsarten sind indes nicht überall verwendbar. Die Einwirkung auf die Bauchmuskeln und ein nebensächlicher Übungserfolg sind schwer abzuschätzen, die Kraftübungen mit schweren Hanteln zudem nichts weniger als unbedenklich. Wo die Erreichung einer kräftigeren Entwicklung der Bauchpresse vornehmlich beabsichtigt ist, wird man deshalb andere Übungen wählen.

Hier stehen in erster Reihe eine Anzahl von Freiübungen. Zunächst Rumpfbeugen vorwärts und rückwärts. Beim Rumpfbeugen vorwärts können gleichzeitig die Hände über den Bauch gefaltet und kräftig gegengedrückt werden (Fig. 250). Das Vorwärtsbeugen kann auch mit einer seitlichen Drehung verbunden werden, und ist dann für die schiefen Bauchmuskeln besonders übend (Fig. 251).

Sind die Hände mit Hanteln bewaffnet, beim Rückwärtsbeugen hochgehoben, während sie beim tiefen Vorwärtsbeugen schwunghaft nach abwärts bis zwischen die gegrätschten Beine geführt werden, so haben wir die wirksame Übung des Axthauens (Fig. 252).

Für die schiefen Bauchmuskeln ist von Bedeutung Rumpfbeugen seitwärts, rechts wie links, verbunden mit entsprechenden Armbewegungen, sowie das Rumpfkreisen.

Wirksam ist ferner die tiefe Kniebeuge (Fig. 253) bis zur kauernden Stellung mit Umfassen der Unterschenkel.

Eine gute Übung ist noch das Hantelverlegen. Aus weiter Grätschstellung werden ein paar Hanteln unter Drehung der Füße auf den Fersen bald neben den rechten, bald neben den linken Fuß seitlich außen gelegt.

Fig. 253.

Von Beinbewegungen werden noch das Knieheben und -senken seitwärts wie vorwärts, Beinschwingen, Beinkreisen und ähnliche Übungen bei Unterleibsstockungen angewendet. Indes ist bei diesen Bewegungen die Bauchmuskulatur erst in zweiter Linie thätig neben den vom Becken entspringenden Beinmuskeln. An Wirksamkeit stehen daher solche Beinübungen den Rumpfübungen weit nach. —

Fig. 254.

Alle vorgenannten Übungen werden aus dem Stand aufgeführt, und schnell hintereinander jede zunächst etwa 10 mal, mit zunehmender Fertigkeit aber häufiger, wiederholt.

Das Rumpfkreisen kann man nicht nur aus dem Stand, sondern auch aus dem Sitz — der Übende sitzt rittlings auf einer schmalen Bank oder einem Schemel — ausgeführt werden (Fig. 254).

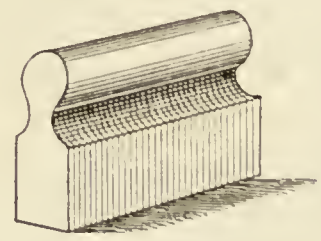


Fig. 255.

Ungemein übend für die Bauchmuskeln, aber nicht für jeden leicht ausführbar sind weiterhin die Liegestützübungen, entweder mit kleinen Hanteln, oder besser mit dem Handgerät der Italiener, den Atrezzi (Fig. 255), ausgeführt. Beugen eines Beines, so daß

das Knie der Brust sich nähert, sowie Beugen beider Beine zum tiefsten Hockstand sind zur Übung der Bauchmuskulatur hier besonders wichtig (Fig. 256).

Fig. 256.

Rumpfbewegungen im Liegen sind gleichfalls hierhergehörig. In erster Linie steht hier das einfache Aufrichten zur Sitzhaltung, erst mit, dann ohne Beihilfe der Hände, und nachheriges langsames Wiederhinlegen in die gestreckte Lage (Fig. 257).

Eine treffliche Übung ist ferner — nur für Geübtere — die gestreckten Beine mit einer schwunghaften Bewegung vom Boden abzuheben und mit gleichzeitigem Rumpfbeugen derart eine Kreisbewegung nach dem Kopfe hin machen zu lassen, daß der Körper nur noch mit Schultern und Hinterkopf auf den Boden ruht (Fig. 258). Die Übung wird in heilgymnastischen Büchern als

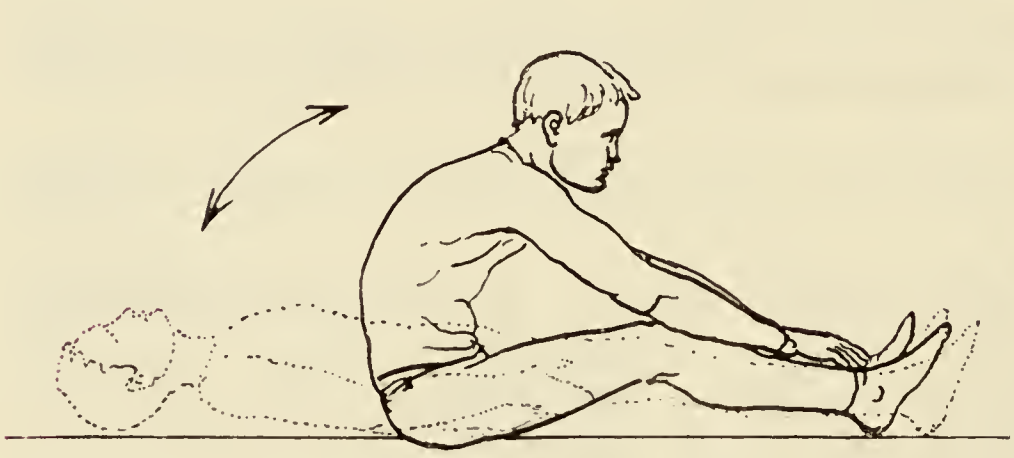


Fig. 257.

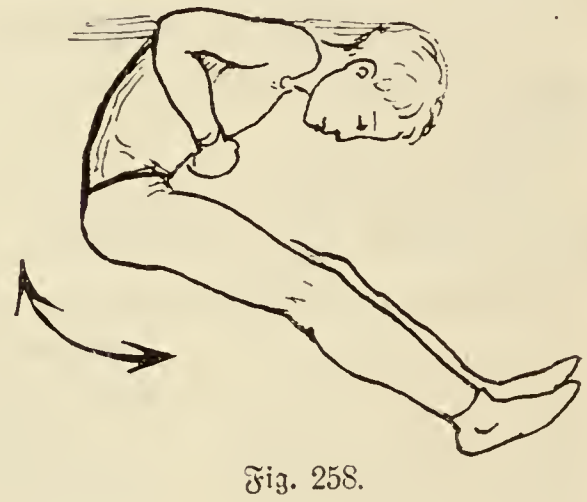


Fig. 258.

„Umkippen" bezeichnet. Es ist ersichtlich, daß eine Reihe von Gerätübungen, so der Felgumschwung am Reck, in ähnlicher Weise wirksam sind.

Verwandt mit diesen Übungen hinsichtlich der arbeitenden Muskeln ist das Rückwärtsbeugen zum Abhang und Wiederaufrichten des Rumpfes bei gestreckten und horizontal fixierten Beinen. Dabei kann der Übende am Kopfende einer Bank oder oder eines Tisches mit horizontalgestreckten Beinen sitzen, beugt, während eine zweite Person die Beine fest hält, den Rumpf hintenüber und richtet ihn wieder auf. Oder es halten die Füße, indem die Fußspitze sich hinter eine quere Stange stemmen, den Körper fest, was die Beihilfe einer zweiten Person entbehrlich macht. Die letztere Übung kann als „Abhang nach der Seite" auch am Barren ausgeführt werden (Fig. 259). Zur Kräftigung der Bauchmuskulatur werden ferner noch angewendet: Massage des Unterleibs; Übungen der schwedischen Widerstands-, sowie der Zanderschen Maschinengymnastik. — Näher darauf einzugehen, ist hier nicht der Ort.

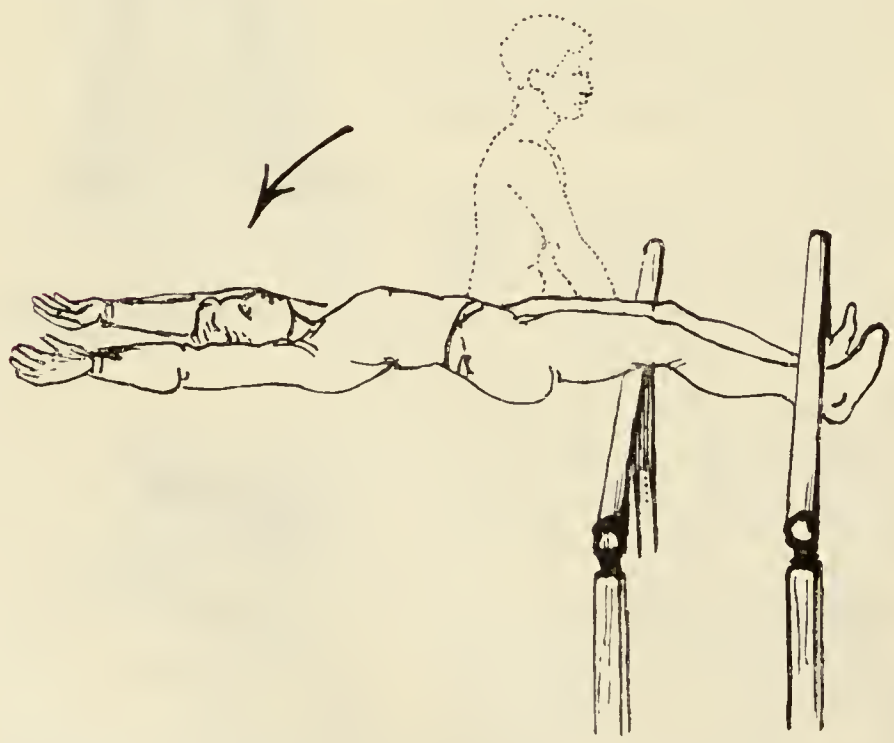


Fig. 259.

§ 92. Einige Bemerkungen über Brüche.

Wir sahen oben, daß die Bauchmuskeln in Beziehung stehen zu dem zwischen oberen vorderen Darmbeinstachel und der Schamfuge brückenartig ausgespannten Poupartischen Band. Die sehnige Haut des äußeren schiefen Bauchmuskels verschmilzt mit diesem Bande. Teile des inneren schiefen, sowie des queren Bauchmuskels nehmen ihren Ursprung von demselben. Zwischen dem Bande und dem Beckenrand bleibt ein schlitzförmiger dreieckiger Raum offen, der in die Bauchhöhle, d. h. ins Becken führt. Durch diese Öffnung, also unter dem Poupartischen Bande her ziehen, aus der Bauchhöhle heraustretend, der Lenden-Hüftbeinmuskel, sowie nach innen davon die großen Blutgefäße der Beine: Schenkel-Pulsader und -Blutader.

Es führt also neben diesen Schenkeladern unter den Poupartischen Bande her ein Weg zum Innern der Bauchhöhle, nach letzterer zu nur mit einer dünnen Haut verschlossen, der Schenkelkanal. Schenkelkanal.

Ein zweiter Zugang zur Bauchhöhle befindet sich über dem Poupartischen Bande, nämlich der Leistenkanal. Die äußere Öffnung desselben, oder der Leistenring, befindet sich dicht über dem Bande, etwa 3 cm von der Schamfuge entfernt in Form eines dreieckigen Schlitzes, welcher die hier befindlichen Bauchmuskeln durchbohrt. Durch diesen Schlitz oder Kanal tritt aus der Bauchhöhle heraus der Samenstrang, und geht abwärts zum Hoden; beim Weibe, wo der Schlitz sehr enge, treten durch denselben die runden Mutterbänder. Leistenkanal.

Sowohl der Schenkel-, wie der Leistenkanal (s. Fig. 234) führen also zur Bauchhöhle und sind nur durch dünne Häute gegen dieselbe abgeschlossen. Sind diese Kanäle aus irgend welchen Gründen, die hier nicht erörtert werden können, besonders weit, und ist ihr Verschluß besonders nachgiebig, so daß der untersuchende Finger beim Leistenkanal die äußere Haut weit in den Kanal hineinstülpen und in denselben vordringen kann, so ist eine natürliche Bruchanlage vorhanden. Werden durch die Bauchpresse die Eingeweide stark gegen die Bauchwände und damit auch gegen die Verschlüsse des Leisten- oder Schenkelkanals angedrückt, so kann sich bei vorhandener Bruchanlage der schwache Verschluß mehr und mehr weiten, Darmschlingen werden in den Kanal hineingepreßt, und es entsteht ein Bruch, und zwar ein Leistenbruch, wenn die Darmschlingen in den Leistenkanal über dem Poupartischen Bande eintreten, dort die Haut emporwölben, und selbst in den Hodensack hinab gelangen; ein Schenkelbruch, wenn die Darmschlingen unter dem Poupartischen Bande her in den Schenkelkanal ihren Weg finden, und nun unter die Haut des Oberschenkels treten. Der Leistenbruch ist, namentlich bei Männern, das gewöhnlichere Vorkommnis. Bruchanlage.

Unterleibsbrüche sind sehr häufig. Man rechnet im Durchschnitt auf 20 Menschen einen mit Bruch oder doch mit Bruchanlage behafteten. Das männliche Geschlecht ist dabei etwa viermal so häufig betroffen als das weibliche.

Zur Entstehung eines Bruches gehört also: Entstehung von Brüchen.

1. eine besondere Anlage, begründet in der — oft vererbten — anatomischen Beschaffenheit derjenigen Stellen, wo die Bauchwand durch dünnere Häute abgeschlossen ist (außer den Schenkel- und Leistenbrüchen sind besonders noch die Nabelbrüche zu erwähnen, die bei ungenügender Festigkeit der den Nabel bildenden Narbe entstehen können).

2. Häufige und starke Anwendung der Bauchpresse. Indem der Bauchinhalt unter heftigen Druck genommen wird, geschieht es, daß da, wo die Bauchwand Stellen von geringerer Festigkeit und Widerstandskraft zeigt, diese Stellen langsam ausgeweitet werden, und daß solche Ausweitung — der „Bruchsack" — in den Bruchkanal trichterförmig eingepreßt wird. Nur ausnahmsweise entsteht ein Bruch

ganz plötzlich. Die „Bruchpforte“ oder der Bruchkanal kann schließlich so weit werden, daß ohne besonderen Druck schon im Stehen ganze Packete von Darmschlingen aus der Bauchhöhle hinaus unter die Haut treten, und ebenso leicht im Liegen durch geeignete Handgriffe wieder zurückgebracht werden können. Um dauernd die Darmschlingen an dem Eintreten in den Bruchkanal zu hindern und im Bauchraum zurückzuhalten, tragen mit einem Bruch behaftete stets ein „Bruchband“. Dasselbe besteht aus einem federnden Gürtel, welche in ein oval geformtes und gepolstertes Ende, die „Pelotte“ ausläuft. Der Gürtel, welcher im übrigen die Körperbewegungen in keinerlei Weise behindert, wird so angelegt, daß die Pelotte genau auf dem Bruchkanal liegend, diesen fest zusammendrückt. —

Ist Bruchanlage vorhanden, so können mit häufiger Pressung verbundene Vorgänge, wie langwieriger heftiger Husten bei Erkrankung der Luftwege, oder Hartleibigkeit zur Ausbildung eines Bruchschadens führen.

Zu solchen Gelegenheitsursachen gehört nun auch der häufigere Akt der „Anstrengung“. Es steht fest, daß Leute, welche schwere körperliche Arbeit verrichten müssen, wie Handwerker, Lastträger, Handlanger und dergl. ganz ungleich häufiger von Bruchschäden befallen sind als alle anderen Bevölkerungsklassen. Ganz ohne Zweifel kann auch die Anstrengung bei Leibesübungen mannigfachster Art die Ausbildung eines Bruches — jedoch nur bei schon vorhandener Bruchanlage — begünstigen, oder das plötzliche Hervortreten von Eingeweiden in eine Bruchpforte veranlassen.

Bruchschäden nach Leibesübungen.

Im letzteren Falle wird dann heftiges Turnen, Rudern, Ringen, Stemmen schwerster Gewichte u. s. w. beschuldigt, einen Bruch unmittelbar veranlaßt haben. Indes war in allen solchen Fällen eine Bruchanlage schon vorhanden, bestand aber unerkannt. Die Fälle sind sehr häufig, daß junge kräftige Leute wegen starker Bruchanlage, d. h. weiter Bruchpforte im Leistenkanal, vom Heeresdienst bei der Aushebung zurückgewiesen werden, obschon die Betreffenden bis dahin keine Ahnung von dem bestehenden Schaden hatten.

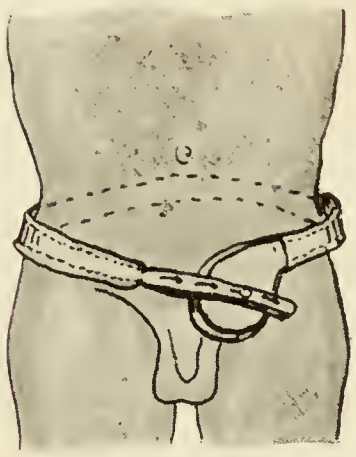


Fig. 260. Bruchband bei linksseitigem Leistenbruch.

Bei erkannter Bruchanlage und dem vorbeugenden Tragen eines richtig gefertigten Bruchbandes (Fig. 260) steht der Teilnahme am Turnen und anderen Leibesübungen nichts entgegen. Lediglich mit starker Anstrengung verbundene Kraftübungen wären hier zu meiden. In erster Linie das Gewichtstemmen. Ferner unbedingt das Ringen. Dies umsomehr, als beim Ringen allzuleicht das schützende Bruchband sich verschieben kann.

Somit ergiebt sich:

1. Die plötzliche Entstehung eines Bruchschadens durch heftige Leibesübung ist ohne vorhanden gewesene Bruchanlage kaum denkbar.

2. Bei vorhandener Bruchanlage tragen Leibesübungen umsomehr zu allmählicher Entstehung eines ausgebildeten Bruches bei, je stärker sie den Vorgang der Pressung in Anspruch nehmen.

3. Ein Bruchschaden hindert nicht die Vornahme leichterer Leibesübungen, wenn ein richtiges Bruchband getragen wird. Heftige Kraftübungen (Stemmen und Ringen) sind indes zu meiden.

§ 93. Das Zwerchfell.

Das Zwerchfell.

Das Zwerchfell ist nächst dem Herzen der wichtigste Muskel des Körpers. Ausgespannt quer durch die Leibeshöhle (Zwerch = quer), zerlegt es dieselbe in zwei vollständig getrennte Räume: die Brust- und die Bauchhöhle. Diese Scheidewand des

Zwerchfells ist kuppelförmig gewölbt, und zwar so, daß die konvexe Fläche nach oben und etwas nach hinten, die konvexe Fläche nach unten und etwas nach vorn gerichtet ist (Fig. 261).

Man unterscheidet am Zwerchfell einen muskulösen und einen sehnigen Teil. Ersterer teilt sich je nach dem Ursprung in einen Lenden- und einen Rippenteil.

1. Muskulöser Teil des Zwerchfells.

a) Der Lendenteil entspringt mit seinen Bündeln von den vier oberen Lendenwirbeln. Die vom ersten und zweiten Lendenwirbel abgehenden Muskelbündel gehen unmittelbar in die Muskelplatte des Zwerchfells über. Anders die starken Bündel, welche vom 3. und 4. Lendenwirbel ausgehen. Dieselben bilden — in Form etwa einer 8 — zwei Kreuzungen. Die erste Kreuzung liegt vor dem ersten Lendenwirbel

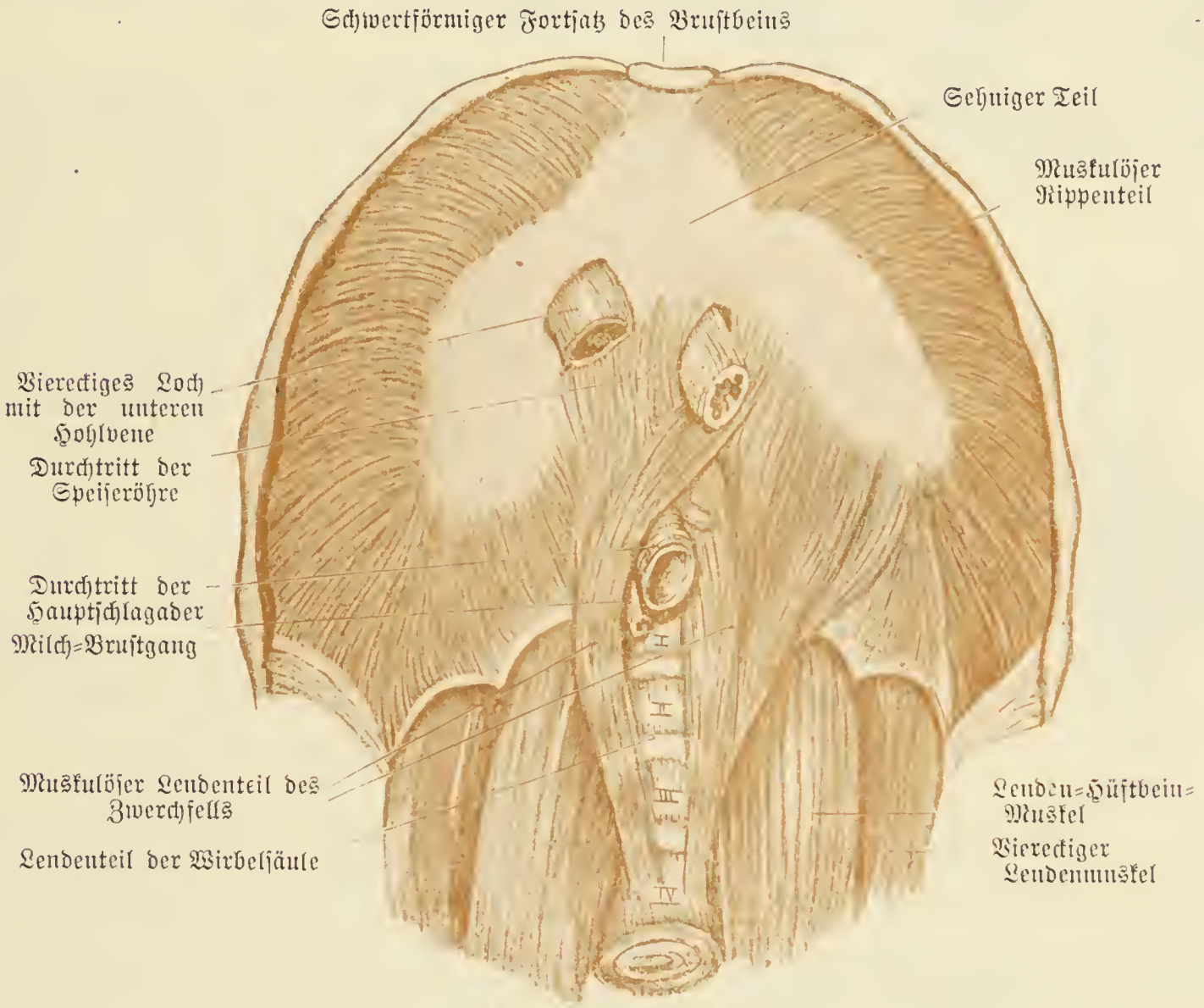


Fig. 261. Das Zwerchfell von unten gesehen.

und bildet einen dreieckigen Schlitz, den Aortenschlitz zum Durchtritt der großen Hauptschlagader (Aorta) aus der Brust in die Bauchhöhle. Außerdem geht durch diese Öffnung neben der großen Bauchschlagader der Milchbrustgang, welcher den Inhalt der Sauggefäße des Verdauungskanals hinaufführt, und in der Schlüsselbeingegend in das Blutgefäßsystem ergießt. Die zweite Kreuzung bildet das Loch für den Durchtritt der Speiseröhre in die Bauchhöhle.

Aortenschlitz.

Loch für die Speiseröhre.

b) Der Rippenteil entspringt von den 6 oder 7 untern Rippen, dem Schwertfortsatz und zwei sehnigen Bögen, welche die Bäuche der Lendenmuskeln rechts und links überbrücken.

2. Der sehnige Teil. Der sehnige Teil des Muskels, eine weiße sehnige Haut, bildet die Mitte des Zwerchfells und hat kleeblattförmige Gestalt. Im rechten Lappen dieses Kleeblattes, dicht vor der Wirbelsäule befindet sich das viereckige

Viereckiges Loch für die untere Hohlvene.

Loch für die untere Hohlvene, welche das Blutaderblut der unteren Körperhälfte dem Herzen zuführt. —

Das Zwerchfell ist also durchbohrt von drei Öffnungen: 1. für die Speiseröhre; 2. für die Schlagader und 3. für die Blutader der Bauchorgane und unteren Gliedmaßen.

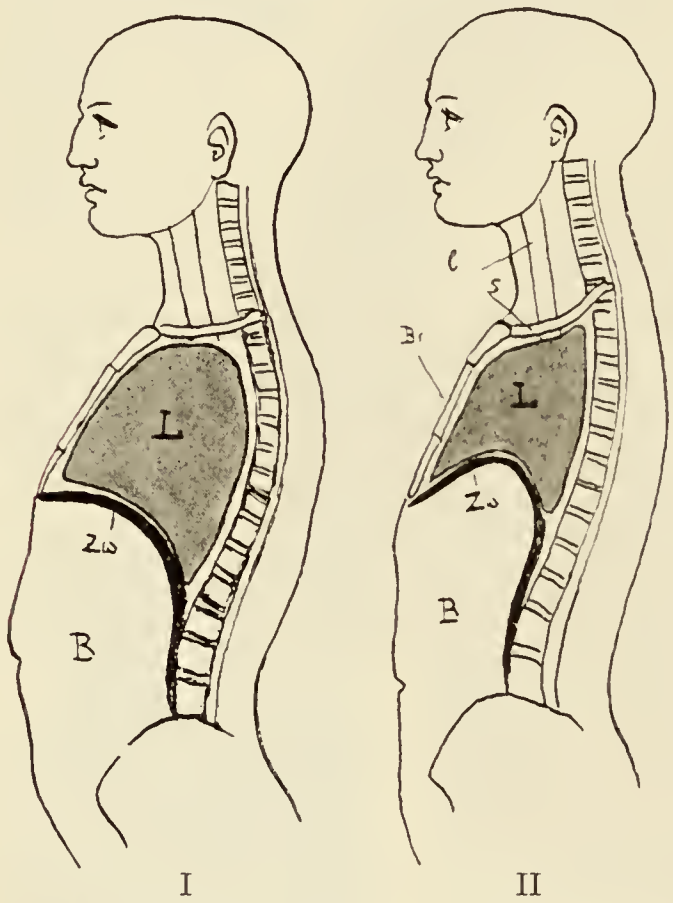
Auf dem Zwerchfell liegen die Lungen und das Herz. Der Herzbeutel ist mit dem sehnigen Teil des Zwerchfells verwachsen.

Unter dem Zwerchfell liegt rechts die Leber — der Größe dieses Organs entsprechend ist die Kuppel des Zwerchfells rechts höher gewölbt —, und links der Magen und die Milz. —

Bewegung des Zwerchfells bei Ein- und Ausatmung.

Ziehen sich die Muskelfasern des Zwerchfells zusammen, so verflacht sich die Kuppel des Zwerchfells, und das sehnige Centrum geht — vorzugsweise mit seiner hintern Gegend — nach abwärts.

Das abwärts steigende Zwerchfell drückt auf die unterliegenden Baucheingeweide, und nützt dadurch der Fortbewegung des Darminhalts, sowie der Thätigkeit der Darmdrüsen. Die abwärts gedrückten Eingeweide drängen gegen die allein nachgiebige vordere Bauchwand und wölben diese vor. Dies ist die Bewegung bei der Einatmung (Fig. 262).



I II

Fig. 262 u. 263. Zwerchfell bei Einatmung (I) und Ausatmung (II). Zw Zwerchfell; L Lungenraum; l Luftröhre; Br Brustbein; S Schlüsselbein; B Bauchhöhle.

Bei der Ausatmung (Fig. 263) schiebt der Druck der gespannten Bauchmuskeln die Eingeweide in die Höhe und drängt das erschlaffte Zwerchfell nach oben.

Die Eingeweide sind also beim Atmen in hin- und hergehender Bewegung.

Ist während der Bauchmuskelwirkung die Stimmritze geschlossen, so kann die Lungenluft nicht entweichen, das Zwerchfell nicht in die Höhe steigen, die Eingeweide können ihre Lage nicht ändern. Sie werden zusammengedrückt: es tritt die oberen beschriebene Bauchpressung ein.

Die obere Fläche des Zwerchfells ist bekleidet mit Brust-, die untere mit Bauchfell. Je nach dem Stande des Zwerchfells bei der Ein- und Ausatmung dringen Verletzungen des Zwerchfells (Stich, Schuß) entweder in die Brust- oder in die Bauchhöhle.

Das Zwerchfell ist der mächtigste und unausgesetzt thätige Muskel für die gewöhnliche Atmung. Dadurch, daß bei der Zusammenziehung seine Wölbung sich senkt, seine Kuppel sich verflacht, wird der Brustraum größer; und da ein leerer Raum über dem gesenkten Zwerchfell nicht bestehen kann, so folgt die Lunge durch den äußeren Luftdruck der Bewegung, und erweitert sich in ihren umfangreichen unteren Abschnitten. Zwerchfell und Zwischenrippenmuskeln werden als die eigentlichen Atemmuskeln im Gegensatz zu den Hilfsatemmuskeln bezeichnet.

Die Arbeit des Zwerchfells geht für gewöhnlich rein automatisch, ohne Willenseinwirkung vor sich. Ebenso regelt sich je nach dem Atembedürfnis von selbst, also unwillkürlich, die stärkere oder geringere Arbeit des Muskels. Reicht die Mehrarbeit des Zwerchfells (und der Zwischenrippenmuskeln) nicht hin, um dem Atembedürfnis zu genügen, so treten die Hilfsmuskeln der Atmung ein.

§ 94. Übersicht über die bei der Ein- und Ausatmung thätigen Kräfte.

A. Gewöhnliches Atmen.

Einatmung:

Eigentliche Atemmuskeln:

- Oberer Lungenabschnitt (Brustatmen): Zwischenrippenmuskeln
- Unterer Lungenabschnitt (Bauchatmen:) Zwerchfell

Ausatmung:

1. Zug der Lungen (Elastizität der Lunge; glatte Muskeln der Luftröhre)
   - 2. Elastizität der Rippenknorpel.
   - 3. Schwere des Brustkorbs beim Gehen, Stehen, Sitzen.
2. Elastizität der Bauchdecken.
3. Schwere der Eingeweide beim Liegen.

Die bei Aus- und Einatmung thätigen Kräfte.

B. Verstärktes Atmen.

(Eintreten der Hilfsatemkräfte, zu den obigen hinzukommend.)

1. Oben vorn am Rücken:
   - Rippenhalter.
   - Kopfnicker.
   - Schlüsselbeinportion des Trapezmuskels.
   - Kleiner Brustmuskel.
   - Schlüsselbeinmuskel.
   - Kurze und lange Rippenheber.
   - Hinterer oberer Sägemuskel.
2. Unten vorn:
   - Der große Sägemuskel (wirksam nur bei Feststellung des Schulterblatts durch):
     - Rautenförmigen Muskel.
     - Trapezmuskel.
     - Breiten Rückenmuskel.
   - Der große Brustmuskel.
   - Dreiwinkliger Muskel.
   - Hinterer unterer Sägemuskel.
   - Viereckiger Lendenmuskel.
   - Gerader, Äußerer schiefer, Innerer schiefer, Querer Bauchmuskel.

Aus dieser Übersicht geht hervor, daß für gewöhnlich bei ruhigem Atmen nur die Einatmung durch Muskelkräfte bewirkt wird, während die Ausatmung der Lunge passiv ohne Thätigkeit quergestreifter Muskeln erfolgt.

§ 95. Die langen Rückenmuskeln (Fig. 244).

Lange Rückenmuskeln.

Die Streckung des Rückgrats, die seitliche Neigung (bei einseitiger Thätigkeit der Streckmuskeln), sowie die Drehung der Wirbelsäule um ihre Achse (letztere nur am Hals und am unteren Brustabschnitt der Wirbelsäule möglich) werden bewirkt durch eine große Anzahl von Muskeln, welche rechts und links von der Wirbelsäule, vom Kreuzbein bis hinauf zum Hinterhauptsbein gelegen sind, wo sie sich an den Dorn- und Querfortsätzen der Wirbel, sowie an den Rippen ansetzen.

Gemeinschaftlicher Rückenstrecker.

1. Der Hauptmuskel dieser Gruppe ist der gemeinschaftliche Rückenstrecker.

Ursprung: Der Muskel entspringt mit einem dicken fleischigen Bauch von der hinteren Fläche und dem Kamm des Kreuzbeins, sowie von den Dornfortsätzen der Lendenwirbel.

Ansatz: Der Muskel teilt sich in a) den Kreuzlendenmuskel und b) den längsten Rückenmuskel, und geht so hinauf zu allen Rippen bis zum Halse.

Wirkung: Wirken die Rückenstrecker beider Seiten zusammen, so strecken sie kraftvoll den Rücken. Bei strammer Haltung, beim langsamen Schritt, beim militärischen Marsch fühlt man deutlich am Kreuz den hart werdenden zusammengezogenen Muskel. Die Muskelbäuche des Streckers rechts und links treten in starkem Relief als Wülste seitlich der Lendenwirbel hervor, so daß die Dornfortsätze der Lendenwirbel in einer tiefen Rinne liegen.

Wirkt der Muskel einseitig, so biegt er die Wirbelsäule nach der betreffenden Seite.

Kurze und lange Rippenheber.

2. Die kurzen und langen Rippenheber. Die kurzen Rippenheber gehen vom 7. Hals- bis zum 11. Brustwirbel je von den Spitzen der Querfortsätze zu den nächstuntern Rippenhöckern; die langen Rippenheber jedesmal mit Überspringung einer Rippe. Die Rippenheber sind, wenn sie von der Wirbelsäule aus auf die Rippen wirken, Hilfsmuskeln der Atmung, indem sie die Rippen heben. —

Die einzelnen übrigen hierhergehörigen kleinen Nackenmuskeln sowie die kurzen Rückenmuskeln besonders aufzuführen und zu beschreiben ist für die turnerische Betrachtung ohne Belang.

§ 96. Die Muskeln der Schulter (Fig. 234 u. a.).

Muskeln der Schulter

Von den Muskeln, die zum Schulterblatt gehen, ist ein Teil — nämlich Trapez-, Rauten-, großer Säge- und kleiner Brustmuskel — bereits oben abgehandelt; von den zum Arm gehenden Muskeln der große Brust- und der breite Rückenmuskel. —

Der Deltamuskel.

1. Der Deltamuskel, dessen Umriß einem umgekehrten griechischen Δ gleicht, deckt den kugeligen Vorsprung des Schultergelenks, und trägt somit zur runden, gewölbten Form der Schulter bei. Seine Fleischmasse ist aus vielen Muskelbündeln verflochten, die in einer ganz kurzen starken Endsehne zusammenlaufen.

Ursprung: a) Schlüsselbeinportion: vom Schulterende des Schlüsselbeines;
b) mittlere oder Schulterhöheportion von der Schulterhöhe;
c) hintere oder Schulterblattportion von der Schulterblattgräte.

Ansatz: Rauhigkeit in der Mitte des Oberarmknochens.

Wirkung: Der Deltamuskel ist Heber des Arms bis zur wagerechten Haltung in allen Stellungen. Die weitere Hebung bis zur senkrechten Hochhebhalte wird nicht mehr vom Deltamuskel bewirkt, sondern es müssen der große Sägemuskel und die mittlere Portion des Trapezmuskels mit eintreten, um das Schulterblatt so zu drehen, und zwar um eine durch den oberen inneren Schulterblattwinkel gelegte Achse, daß der untere Schulterblattwinkel nach außen zur Achselhöhe, der bereits zur Horizontalen gehobene Oberarm aber, als wäre er ein Ganzes mit dem Schulterblatt, nach oben sich bewegt (Fig. 117).

Wenn der Arm so über die Horizontale hinaus gehoben ist, dann trägt die hintere Portion des Muskels nicht nur nichts mehr zur Hebung des Armes bei, sondern kommt im Gegenteil in eine Lage, daß sie, allein sich zusammenziehend, den Arm abwärts senkt. Es kann mithin derselbe Muskel den Arm heben, und in einer gewissen Stellung auch senken. —

Die nächstfolgenden drei Schultermuskeln haben das gemeinsame, daß sie am großen Oberarmhöcker Ansatz finden und den Arm nach außen zu rollen oder zu drehen im Stande sind.

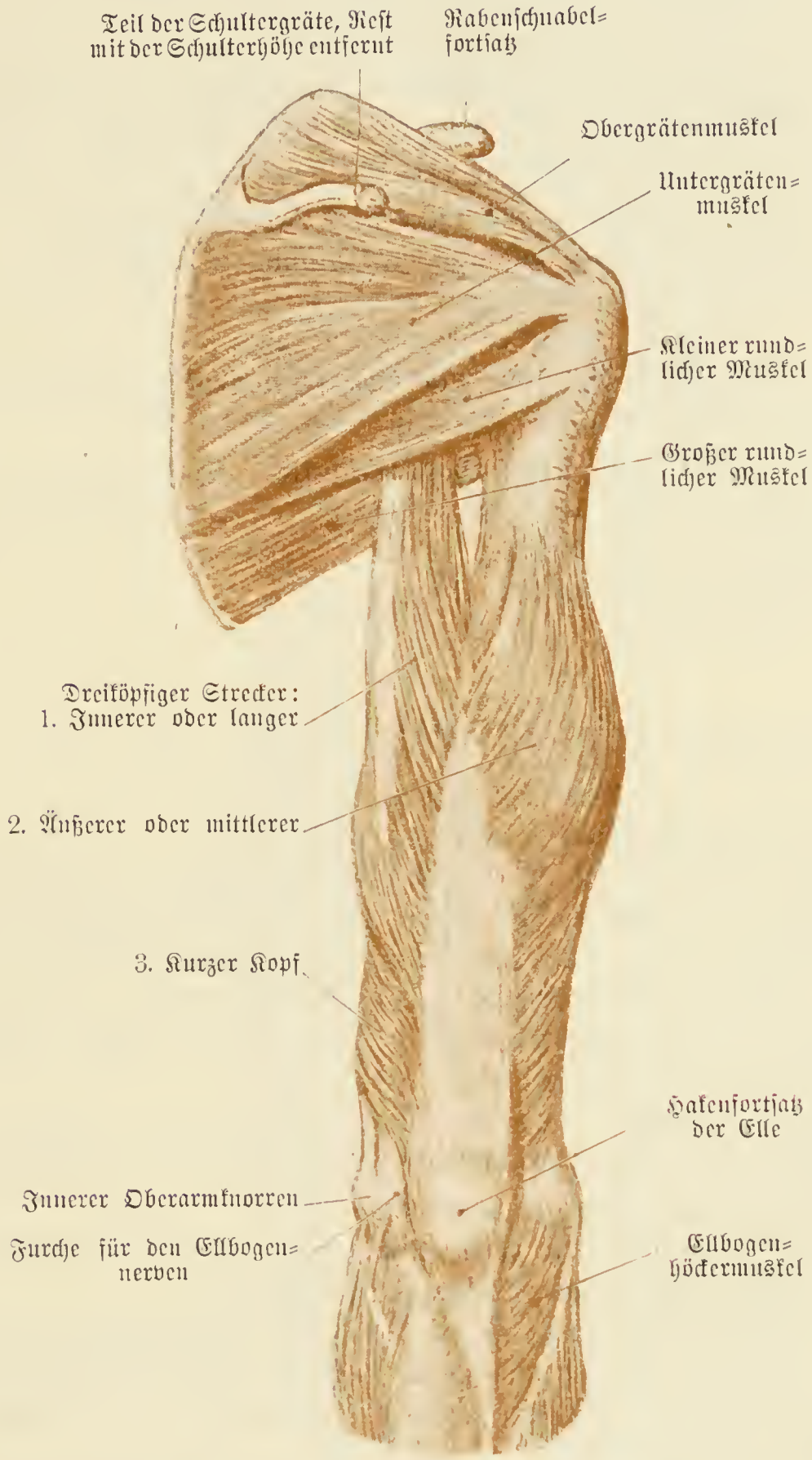


Fig. 264. Oberarm und Schulterblatt: Hintere Fläche.

Es sind dies:

2. Der Obergrätenmuskel (Fig. 264). Obergrätenmuskel.

Ursprung: Obergrätengrube des Schulterblatts.

Ansatz: Großer Oberarmhöcker.

Wirkung: Heber des Arms, den Deltamuskel unterstützend; Außenroller des Arms.

3. Der Untergrätenmuskel. Untergrätenmuskel.

Ursprung: Untergrätengrube des Schulterblatts.

Ansatz: Großer Oberarmhöcker.

Wirkung: Niederzieher des gehobenen Arms; Außenroller des Arms.

Kleiner rundlicher Schulterblattmuskel.

4. Der kleine rundliche Schulterblattmuskel.

Ursprung: Oberer Teil des äußeren Schulterblattrandes.

Ansatz: Zusammen mit dem Untergrätenmuskel am großen Oberarmhöcker.

Wirkung: Dieselben wie die des vorigen: Niederzieher des erhobenen Arms und Außenroller.

Die beiden folgenden Muskeln haben in Bezug auf die Drehung des Arms die entgegengesetzte Wirkung wie die vorigen: sie sind Einwärtsroller oder Einwärtsdreher des Arms und haben ihren Ansatz am kleinen Oberarmhöcker.

Großer rundlicher Schulterblattmuskel.

5. Der große rundliche Schulterblattmuskel (Fig. 265).

Ursprung: Unterer Teil des äußern Schulterblattrandes.

Ansatz: Kleiner Oberarmhöcker gemeinsam mit der Sehne des breitesten Rückenmuskels.

Wirkung: Zum Teil die gleiche wie die des breiten Rückenmuskels, nämlich Niederzieher des erhobenen Armes; außerdem Einwärtsroller.

Unterschulterblattmuskel.

6. Der Unterschulterblattmuskel.

Ursprung: Vorderfläche des Schulterblatts. Der Muskel liegt also versteckt zwischen Schulterblatt und Brustkorb.

Ansatz: Kleiner Oberarmhöcker.

Wirkung: Einwärtsroller des Armes.

§ 97. Die Oberarmmuskeln (Fig. 265).

Oberarmmuskeln.

Übersicht der Längsmuskeln des Oberarmes.

1. Muskeln, welche am Oberarm selbst entspringen: Innerer Oberarmbeuger; zweiter und dritter Kopf des dreiköpfigen Oberarmstreckers.
2. Muskeln, welche am Oberarm enden: Rabenarmmuskel (abgesehen von den früher beschriebenen: großer Brustmuskel; breiter Rückenmuskel; Ober- und Untergrätenmuskel; kleiner und großer rundlicher Muskel; Unterschulterblattmuskel).
3. Muskeln, welche über den Oberarm weg zum Unterarm laufen: zweiköpfiger Armbeuger; erster oder langer Kopf des dreiköpfigen Armstreckers.

Zweiköpfiger Armbeuger.

1. Der zweiköpfige Armbeuger (Biceps).

Ursprung des Muskels mit zwei Köpfen:

1. Ein kurzer Kopf vom Rabenschnabelfortsatz.
2. Ein langer Kopf vom oberen Rand der Gelenkfläche des Schulterblattes. Die Sehne des langen Kopfes liegt also erst im Schultergelenk und tritt dann durch eine Öffnung in der Gelenkkapsel in die Rinne zwischen den beiden Oberarmhöckern.

Die beiden Köpfe vereinen sich zu einem starken Muskelbauch an der Vorderseite des Oberarmes. Der innere Rand des Muskels bildet eine tiefe Furche, in welcher die Blutgefäße und Nerven des Armes verlaufen.

Ansatz: Rauhigkeit der Speiche unter dem Köpfchen der Speiche. Außerdem geht ein Streifen der Ansatzsehne des Muskels über in die häutige Scheide der Unterarmmuskeln.

Wirkung: Der zweiköpfige Armbeuger dreht die einwärts gedrehte Speiche nebst Hand nach auswärts; beugt den Oberarm. — Der Bauch des Muskels nimmt an kraftvollem Arm bei starker Zusammenziehung eine kugelige Form an und wird ungemein fest und hart. Da der Muskel bei zahlreichen Gerätübungen — beim

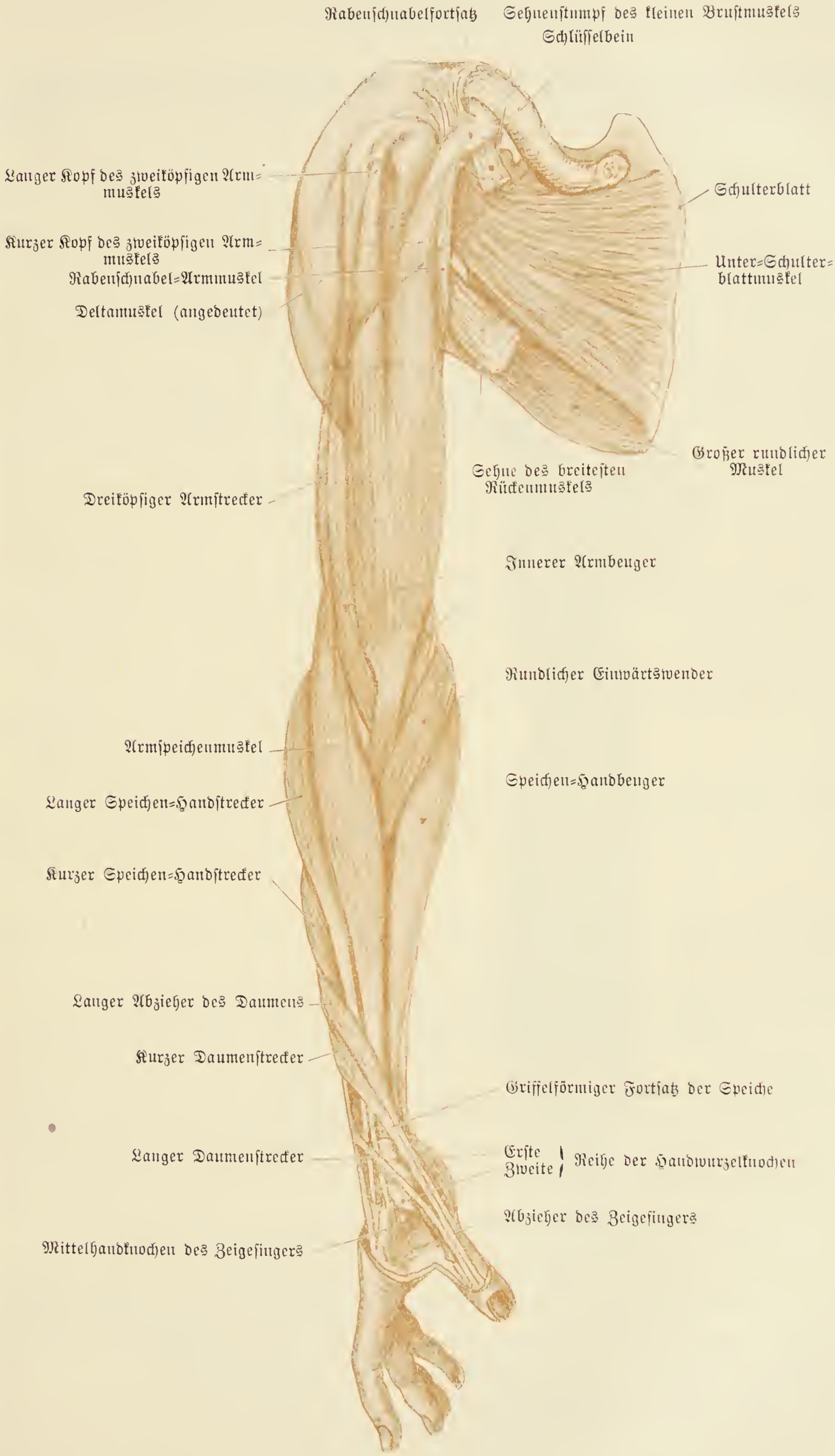


Fig. 265. Muskeln des Arms von der Speichseite gesehen. Der Deltamuskel nur angedeutet; der Arm ist mit dem Schulterblatt vom Rumpf abgelöst, um die Muskeln der Vorderfläche des Schulterblatts zu zeigen.

Beugen des Arms im Hang z. B. trägt er fast allein das gesamte Körpergewicht — zu Höchstleistungen vermocht wird, so ist er bei guten Gerätturnern stets außerordentlich

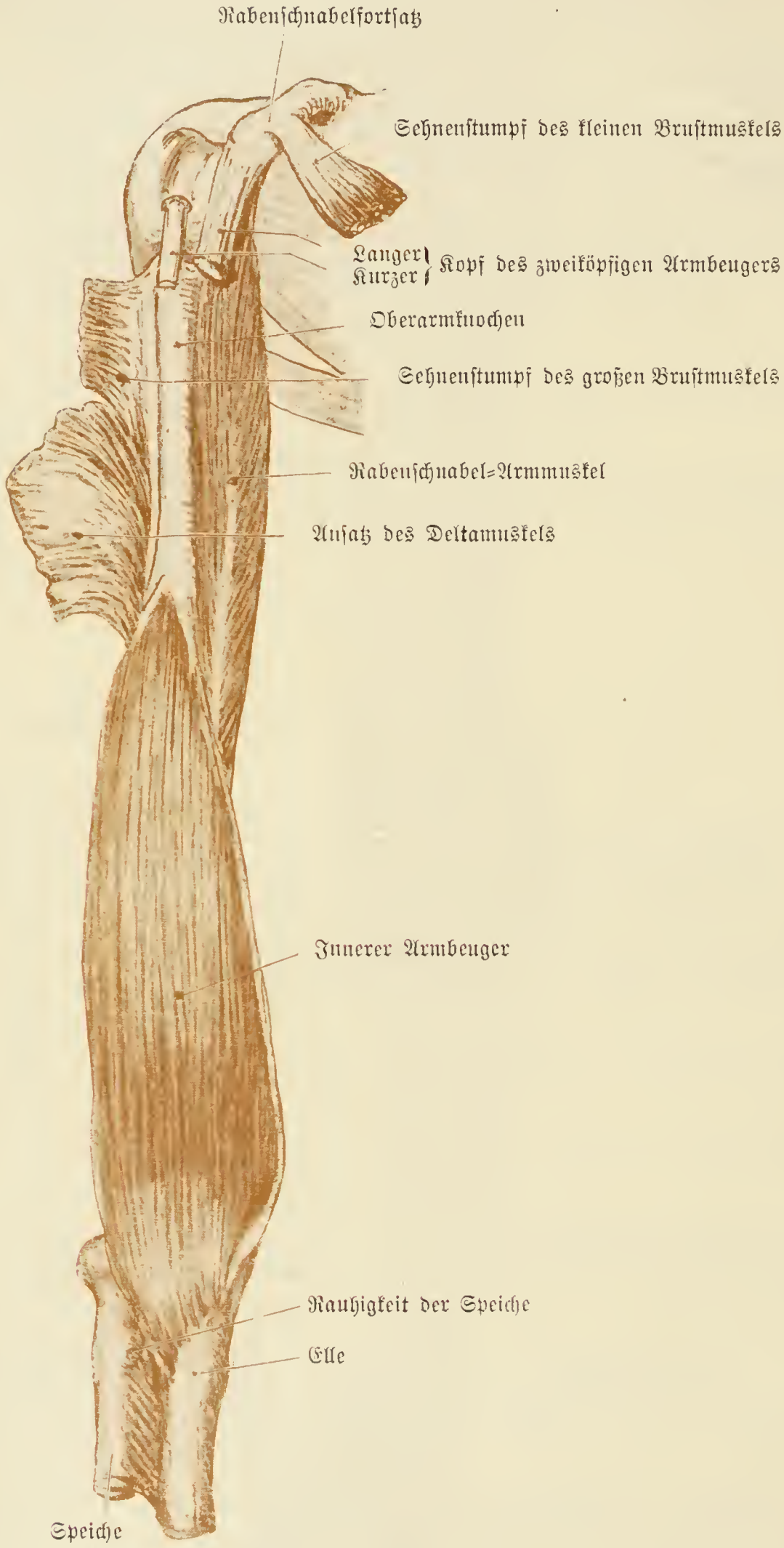


Fig. 266. Tiefe Oberarmmuskeln nach Entfernung des zweiköpfigen Beugers, des Delta- und großen Brustmuskels.

entwickelt, verhältnismäßig stärker als die meisten anderen Muskeln des Körpers, namentlich im Vergleich mit der Beinmuskulatur.

Rabenarm-muskel.

2. Der Rabenarmmuskel.

Ursprung: Rabenschnabelfortsatz des Schulterblatts.

Ansatz: Mitte des Oberarms, und zwar an der Leiste des kleinen Oberarmhöckers.

Wirkung: Zieht den Arm nach innen und vorn.

3. Der innere Armbeuger (Fig. 266). Innerer Armbeuger.

Ursprung: Der Muskel entspringt in der Tiefe unter dem zweiköpfigen Armbeuger.

Ansatz: Die Ellbogengelenkkapsel bedeckend am Kronenfortsatz der Elle.

Wirkung: Beuger des Arms (wie der Biceps). — Er beugt allein den Arm, wenn die Hand einwärts gedreht und dadurch der zweiköpfige Beuger entspannt ist. Wenn man den Arm mit dem Daumen nach außen — Speichhaltung — stark beugt, und nun den Daumen nach einwärts — zur Ellenhaltung — führt, so fühlt die aufgelegte Hand deutlich, wie der vorher fest zusammengezogene zweiköpfige Muskel sich entspannt und weicher wird. An seiner Stelle ist es der innere Armbeuger, welcher die Beugung des Arms fortsetzt.

4. An der Hinterfläche des Oberarms: der dreiköpfige Strecker des Arms. Dreiköpfiger Strecker.

Ursprung: Der lange Kopf entspringt am äußeren Schulterblattrand unter der Gelenkgrube.

Der zweite und dritte Kopf entspringen am Oberarm; und zwar der zweite oder mittlere Kopf an der Außen-, der dritte oder kurze Kopf an der Innenseite des Oberarmknochens.

Die drei Köpfe des Muskels verschmelzen zu einem dicken kräftigen Muskelbauch.

Ansatz: Mit platter starker Sehne, welche weit den Muskel hinaufreicht, am Hakenfortsatz der Elle.

Wirkung: Strecker des Oberarms gegen den Unterarm.

5. Zum dreiköpfigen Strecker ist seiner Wirkung nach gehörig der kurze Ellbogenhöcker-Muskel, vom äußern Ellbogenknorren zur Außenfläche des obern Drittels der Elle ziehend. Kurzer Ellbogenhöcker-Muskel.

§ 98. Die Muskeln des Vorderarms und der Hand (Fig. 267).

Die mannigfachen Bewegungen der Hand und der Finger bedingen am Vorderarm einen außerordentlich reichen und verwickelten Apparat von Muskeln. Muskeln des Vorderarms.

Die Beuger liegen an der Innenseite des Unterarms, und entspringen vorzugsweise vom innern Oberarmknorren.

Die Strecker liegen an der Außenseite des Unterarms, und entspringen vorzugsweise vom äußern Oberarmknorren.

Betrachten wir die Muskeln des Vorderarms nach ihrer Wirkung, so ordnen sie sich in folgender Weise:

I. Drehung der Speiche oder Aus- und Einwärtswendung der Hand. Drehung der Speiche.

Die hierhergehörigen oberflächlichen Muskeln begrenzen zusammen mit dem Arm-Speichenmuskel die dreieckige Vertiefung der Ellenbeuge am Arm.

Es liegen an der Innenseite (Ellenseite):

a) Der rundliche Einwärtswender. Geht vom innern Oberarmknorren zur Mitte der innern Speichenfläche. Rundlicher Einwärtswender.

b) In der Tiefe: der viereckige Einwärtswender; geht quer von der Elle zur Speiche. Viereckiger Einwärtswender.

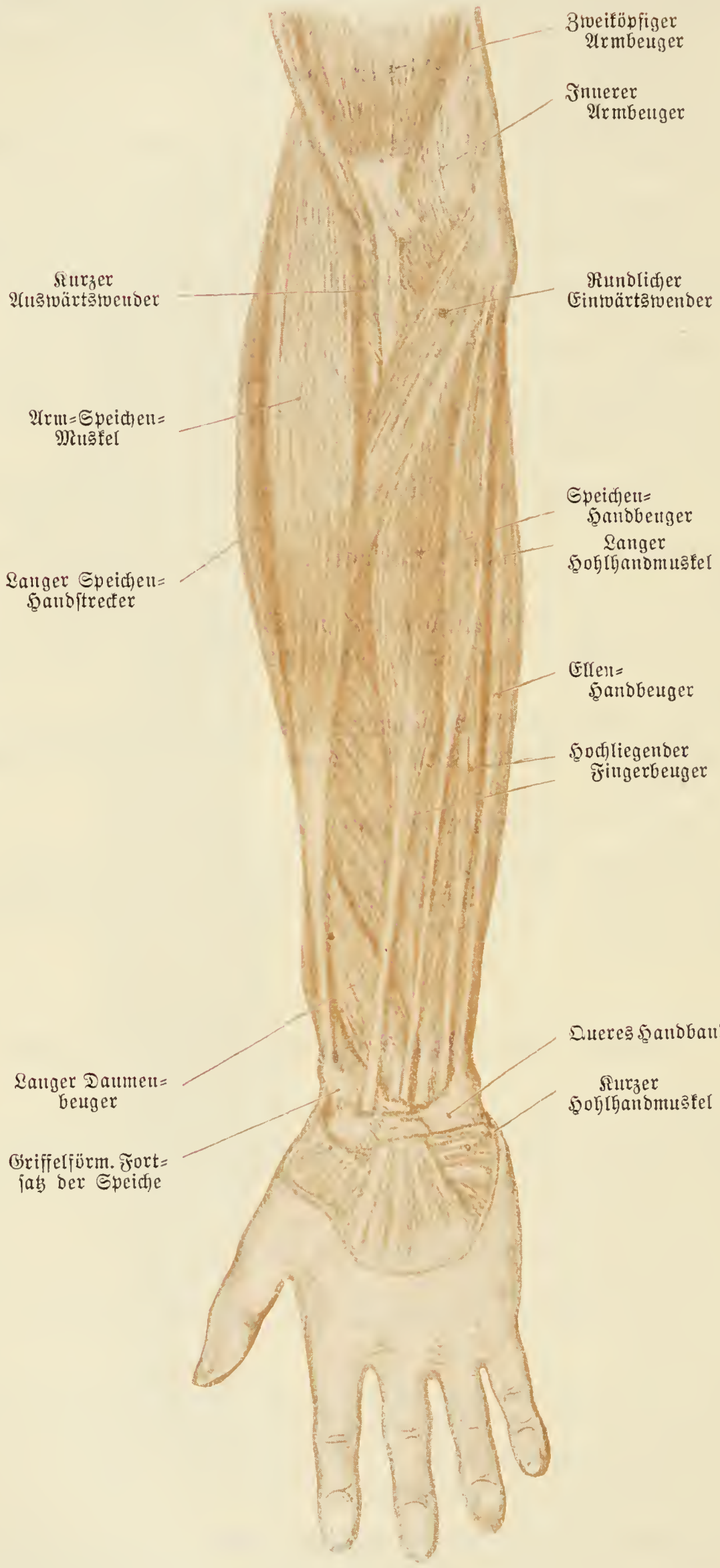


Fig. 267. Muskeln der Innenseite des Unterarms.

Es liegen an der Außenseite:

c) Der (kurze) Auswärtswender. Geht vom äußern Oberarmknorren zur Speiche, welche er bei der Einwärtswendung umwickelt. — Kurzer Auswärtswender.

d) Der lange Auswärtswender oder richtiger der Arm-Speichenmuskel. Geht vom äußeren Oberarmknorren zum griffelförmigen Fortsatz der Speiche. Derselbe ist Beuger des Vorderarms und nur nach sehr starker Einwärtswendung auch im geringen Grade als Auswärtswender thätig. — Bei festgelegtem Unterarm — z. B. im Streckhang — hilft er den Oberarm zum Unterarm beugen. — Arm-Speichenmuskel.

II. Beugung und Streckung der Hand. — Beuger und Strecker der Hand.

Wir unterscheiden vier Biegungsarten der Hand:

1. Biegung nach der Hohlhand oder Beugung (65°).
2. Biegung nach dem Handrücken oder Streckung (60°).

} Die Begleitbewegungen, welche Biegung nach der Elle und nach der Speiche bewirken, heben sich dabei gegenseitig auf.

3. Biegung nach der Elle (30°).
4. Biegung nach der Speiche (20°).

} Die Begleitbewegungen, welche Biegung nach der Hohlhand und nach dem Handrücken bewirken, heben sich dabei gegenseitig auf.

Die Hohlhandbieger liegen an der innern Seite und kommen vom innern Oberarmknorren.

Die Handrückenbieger (oder Strecker) liegen an der äußern Seite und kommen vom äußern Oberarmknorren.

Die betreffenden Muskeln sind:

1. Der Speichen-Handbeuger oder innerer Speichenmuskel.
2. Der Ellen-Handbeuger oder innerer Ellenmuskel.

} Ursprung: Innerer Knorren des Oberarms. { Ansatz von 1: Mittelhandknochen des Zeigefingers. — Speichen-Handbeuger. / Ansatz von 2: Mittelhandknochen des Kleinfingers und Erbsenbein. — Ellen-Handbeuger.

3. Der Speichen-Handstrecker oder äußerer Speichenmuskel.
4. Der Ellen-Handstrecker oder äußerer Ellenmuskel.

} Ursprung: Äußerer Oberarmknorren. { Ansatz von 3: Mittelhandknochen des Zeigefingers. — Speichen-Handstrecker. / Ansatz von 4: Mittelhandknochen des Kleinfingers. — Ellen-Handstrecker.

Zusammenziehung von (Fig. 268)

1 + 2 bewirkt: Biegung nach der Hohlhand (Beugung);
3 + 4 bewirkt: Biegung nach dem Handrücken (Streckung);
1 + 3 bewirkt: Biegung nach dem Daumen oder der Speiche;
2 + 4 bewirkt: Biegung nach dem Kleinfinger oder der Elle.

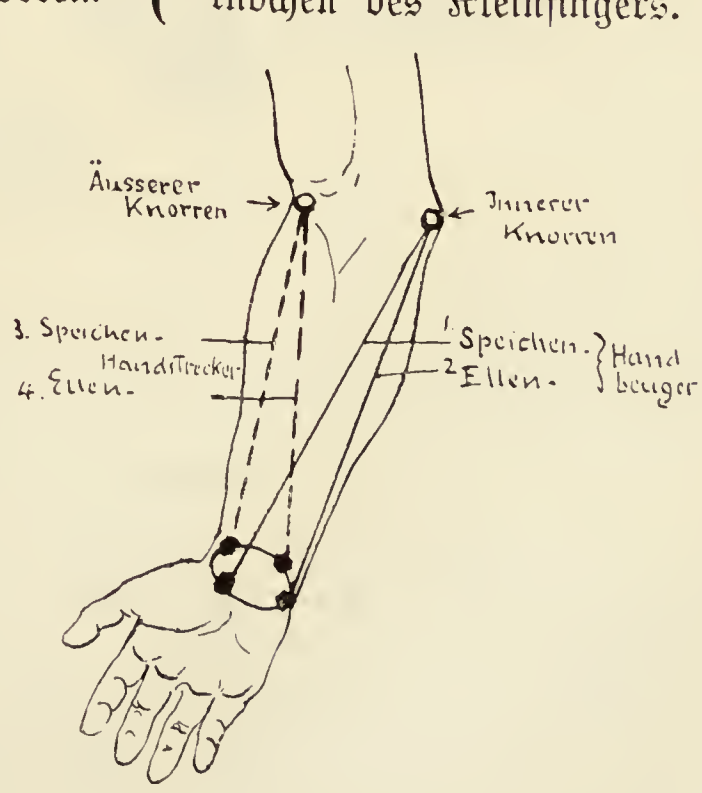


Fig. 268.

Fingermuskeln.

III. Bewegung der Finger.

Die Fingermuskeln zerfallen ihrer Wirkung nach in:

1. Beuger für { a) den zweiten bis fünften Finger, b) den Daumen.

2. Strecker für { a) den zweiten bis fünften Finger, b) den Daumen.
3. Anzieher und Abzieher (Spreizer) { a) der Finger, b) des Daumens.
4. Gegensteller { a) des Daumens zu den Mittelhandknochen, b) des Kleinfingers zu den Mittelhandknochen.

Sie zerfallen ferner in

1. lange Fingermuskeln, die mit ihren Fleischbäuchen im Vorderarm liegen;
2. kurze Fingermuskeln, die mit ihren Fleischbäuchen in der Hand liegen (Fig. 269).

Fig. 269. Sehnen und Muskeln der Handfläche. Am Zeige- und Mittelfinger die umhüllenden Bänder entfernt.

A. Beuger der Finger und des Daumens.

Beuger der Finger und des Daumens.

1. Lange Beuger sind zwei vorhanden: zwei gemeinschaftliche Fingerbeuger für den zweiten bis fünften Finger, an der Innenfläche des Vorderarms aufeinandergeschichtet; ein langer Beuger des Daumens.

Oberflächlicher und tiefer gemeinschaftlicher Fingerbeuger.

Die beiden gemeinschaftlichen Fingerbeuger, der oberflächliche und der tiefe, bilden die tiefe Lage des Vorderarmfleisches. Sie erscheinen vor dem Handgelenk mit ihren Sehnen an der Oberfläche zwischen dem Ellen- und dem Speichen-

Handbeuger, teilweise bedeckt durch den dünnen langen Hohlhandmuskel (derselbe entspringt vom innern Knorren und spannt das quere Handband). Die acht Sehnen der beiden Muskeln werden unter dem queren Handband zusammengehalten. Hier ordnen sie sich zu je zwei übereinander und treten in einer an das Handskelett angewachsenen Scheide zum Köpfchen der Mittelhandknochen. Hier spaltet sich die Sehne des oberflächlichen Beugers und setzt sich mit zwei Zipfeln an das zweite Fingerglied. Die Sehne des tiefen Beugers aber tritt zwischen den beiden Zipfeln des oberflächlichen hindurch, die überliegende Sehne gewissermaßen durchbohrend, und setzt sich am dritten, dem Endgliede, an (Fig. 270). Besondere Bänder, quere, schiefe und gekreuzte, halten die Sehnen gegen die Gliedknochen und Gelenke der Finger angepreßt.

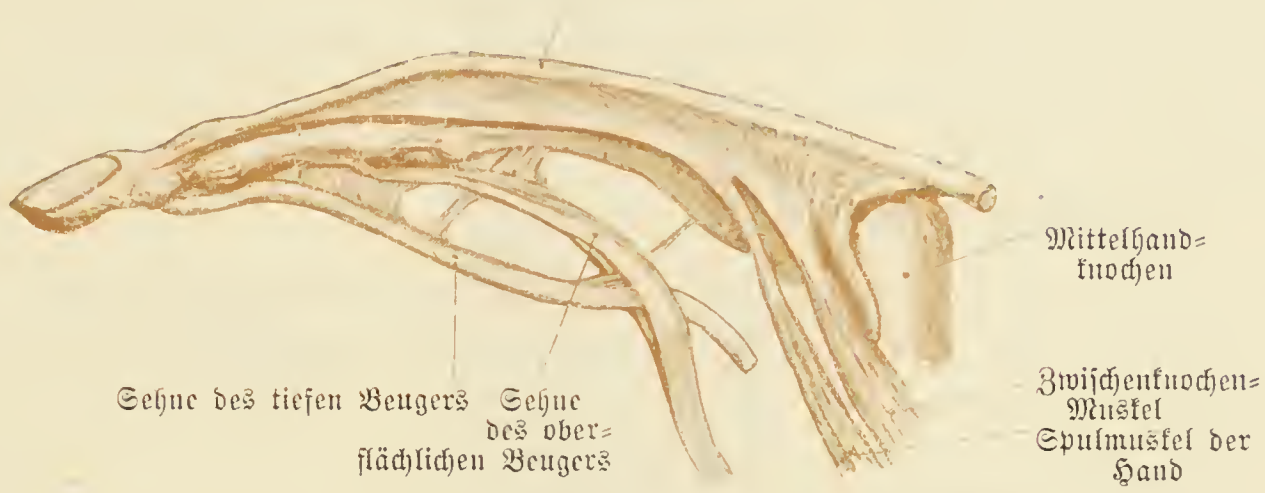


Fig. 270. Sehnen am Finger.

Neben dem Fingerbeuger geht der lange Daumenbeuger zum Endglied des Daumens. Langer Daumen-beuger.

2. Kurze Beuger. Solche sind für den zweiten bis fünften Finger die vier spulförmigen Regenwurm- oder Spulmuskeln. Sie verlaufen zu den speichwärts gelegenen Rändern je des ersten Gliedes des zweiten bis fünften Fingers. Spulmuskeln.

Für den Daumen ist vorhanden der vom Handgelenk entspringende kurze Daumenbeuger. Kurzer Daumen-beuger.

B. Strecker der Finger und des Daumens (Fig. 271). Strecker der Finger und des Daumens.

Oberflächlich gelegen:

1. Der gemeinschaftliche Fingerstrecker. Gemein-schaftlicher Finger-strecker.

Ursprung: Äußerer Knorren.

Ansatz: Mit vier bandförmigen Sehnen zum zweiten Glied des zweiten bis fünften Fingers. — Die Sehnen des Streckmuskels sind auf dem Handrücken, mit Ausnahme meist der Sehne des Zeigefingers, durch sehnige Brücken miteinander verbunden; so die Sehne des Ringfingers mit der des dritten und des Kleinfingers. Daher ist es bei geballter Faust nicht möglich, den Ringfinger allein zu strecken.

2. Der besondere Strecker des Kleinfingers. Strecker des Kleinfingers.

In der Tiefe gelegen, Ursprung von der Elle:

3. Der besondere Zeigefingerstrecker (Anzeiger). Strecker des Zeigefingers.
4. Der lange Daumenstrecker. Seine Sehne springt an der Handwurzel stark vor. Langer und kurzer Daumenstrecker.
5. Der kurze Daumenstrecker.

Au= und Ab=zieher der Finger.

C. Au= und Abzieher der Finger.

Langer Daumen=abzieher.

1. Der lange Daumenabzieher (von der Elle entspringend). Seine Sehne, zwischen Speiche und Daumen bildet den vorderen Rand der Hand.

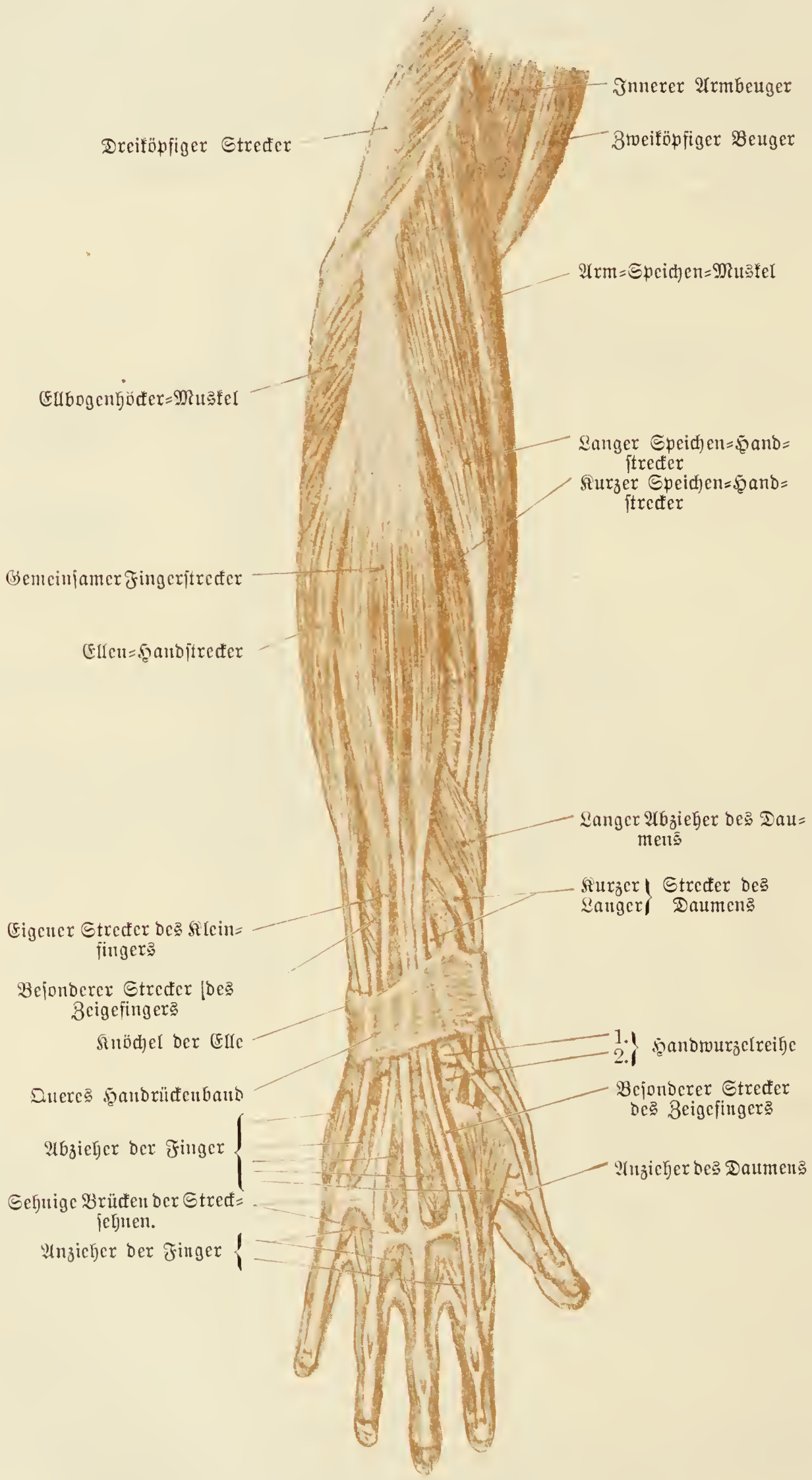


Fig. 271. Muskeln der Außenfläche (Streckseite) des Unterarms.

2. die sieben Zwischenknochenmuskeln — zwischen dem Mittelhandknochen. Der stärkste ist am Zeigefinger, durch die Haut sicht- und fühlbar. Sieben Zwischenknochenmuskeln.

3. Der Abzieher des Kleinfingers am Erbsenbein entspringend. Abzieher des Kleinfingers.

Anzieher: 4. der lange, 5. der kurze } Anzieher des Daumens

6., 7. } der Gegensteller des { Daumens, Kleinfingers. Anzieher und Gegensteller des Daumens und Kleinfingers.

Diese Muskeln liegen im Daumen- und im Kleinfingerballen. —

Die Biegungen der Hand und die Biegungen der Finger schränken sich gegenseitig ein. Die stärkste Biegung der Hand nach der Hohlhand ist nur möglich bei gestreckten Fingern (Klaps mit der flachen Hand aus dem Handgelenk). Die Faust wird am kräftigsten geballt bei Streckung der Hand oder Biegung nach dem Handrücken.

Spannung oder Ausholen versetzt die Muskeln, wie schon früher ausgeführt, in die günstigste Lage für eine rasche und ausgiebige Kraftleistung. Will einer kraftvoll zugreifen, eine Fingerbeugung mit Kraft ausführen, so stellt er sein Handgelenk erst in Biegung nach dem Handrücken — Greifbewegung, z. B. um in den Hang am Reck zu kommen. Greifbewegung.

Beim Tasten und Befühlen dagegen, wo ganz leichte, feine Bewegung erforderlich, wird umgekehrt die Hand nach der Hohlhand gebeugt — Tastbewegung. Tastbewegung.

Der Klavierspieler spielt mit abwärts gesenkter Hand piano, aus im Handgelenk aufwärts gebogener forte.

Umgekehrt, wenn eine Streckbewegung der Hand kräftig sein soll (Abwehrbewegung der Hand), wird die Hand zum Ausholen erst nach der Hohlhand gebeugt (Handstellung des borghesischen Fechters), weil die nach dem Rücken gebogene Handstellung die Fingerstrecker lahm legt. Abwehrbewegung.

§ 99. Die Muskeln am Becken und Bein.

Die Entwicklung der Formen der Muskeln am Becken und Bein ist beim Menschen bedingt durch den aufrechten Gang. Nicht die bloßen Bewegungen sind es, welche eine so starke Muskulatur verlangen, wie es die um Oberschenkel und Hüften ist, sondern die Tragung und Gleichgewichtserhaltung des Beckens mit dem Rumpfe auf den Schenkelköpfen. Namentlich ist dem Menschen allein eigen die starke Entwicklung des Gesäßes (Les fesses n'appartiennent qu'à l'espèce humaine. Buffon). Die starke Entwicklung der Muskeln um Becken und Oberschenkel verhüllt fast vollständig die starken Knochen dieser Gegend. Fühlbar ist nur der Kamm des Darmbeins, im zusammengekauerten Zustand auch die Sitzknorren. Vom Oberschenkelknochen ist es allein der große Rollhügel, welcher an die Oberfläche tritt, am Seitenkontur der Hüftgegend sich bemerkbar macht, und deutlich durch die Haut hindurch fühlbar ist. Muskeln am Becken und Bein.

Die Haut der Schenkel, an der Leistengegend sowie in der Kniekehle besonders dünn und hart, wird auf dem Gesäß sehr derb, namentlich aber hart und rauh (schwielig) auf der Kniescheibe und unterhalb derselben, sowie an der Fußsohle.

Die Bewegungen der Beine sind, verglichen mit denen der Arme, weniger ausgiebig und verwickelt. Der Arm zeigt die besondere Mechanik des Schulterblatts; die Drehung der Speiche um die Elle; die freie Bewegung des Daumens; die vielseitige Beweglichkeit der Hand und der Finger. Beim Bein sind alle diese Verhältnisse weit einfacher: der Beckengürtel ist fest; die Dreh- oder Rollbewegungen sind geringfügig; die Zehenglieder sind kürzer und weniger beweglich als die Fingerglieder; der Großzeh kann keine Gegenbewegung ausführen. Bein und Arm.

*

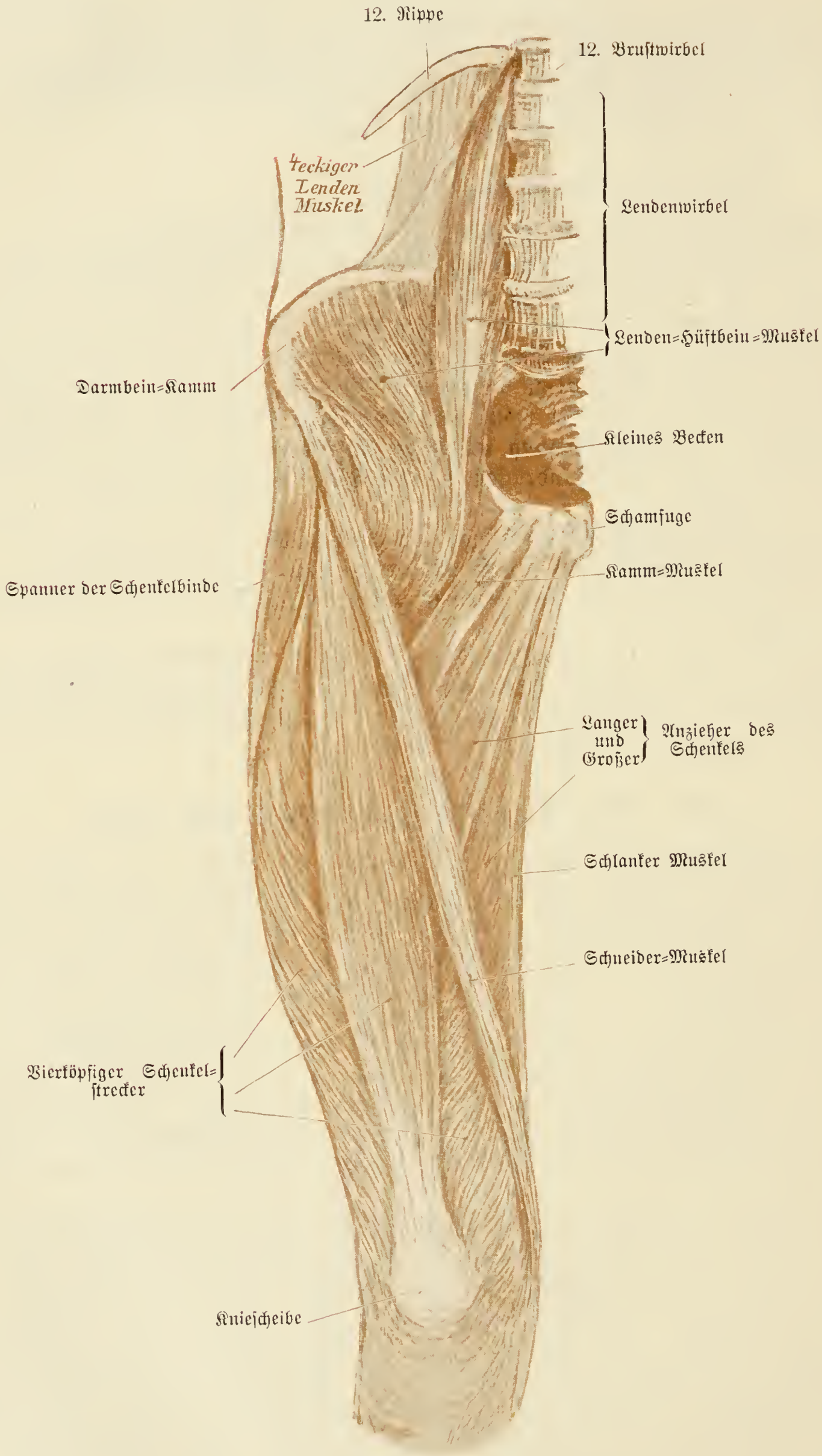


Fig. 272. Muskeln des Oberſchenkels von vorne geſehen.

§ 100. Muskeln, welche die Beine im Hüftgelenk bewegen.

Die im Hüftgelenk möglichen Bewegungen sind:

Bewegungen im Hüftgelenk.

1. Beugung und Streckung bis zu anderthalb rechtem Winkel (135°). Ganz auszunutzen ist dieser Spielraum nur bei gebeugtem Knie. Bei gestrecktem Knie hemmen die gespannten Beugemuskeln an der Hinterseite des Schenkels die stärkere Beugung im Hüftgelenk.

Die Überstreckung findet ihre Grenze in der Spannung des Bertinischen Bandes.

2. Anziehung: Annähern der gespreizten oder gegrätschten Beine zu einander, bis zum Zusammenklemmen der Schenkel, oder Vorbeiführen voreinander zur Kreuzung und

Abziehung: Entfernen der Beine von einander, Spreizen oder Grätschen.

Der Spielraum dieser Bewegungen ist ein guter rechter Winkel; voll zu erreichen ist derselbe aber nur in der halbgebeugten Stellung beim Sitzen (Übereinanderschlagen der Beine).

3. Rollbewegung: annähernd im rechten Winkel ausführbar.

Die äußersten Grenzen dieser Bewegung nach aus- wie nach einwärts führen zur turnerisch sogenannten Zwangsstellung der Füße. Daß diese über den rechten Winkel in der Stellung der Fußachsen zu einander hinausgehen kann, liegt am Hinzukommen der geringen Bewegungsmöglichkeit des Aus- und Einwärtsführens des Fußes.

A. Beugemuskeln.

Lenden-Hüftbein-Muskel (Ilio-psoas) (Fig. 272).

Lenden-Hüftbein-Muskel.

1. Der Lendenmuskel
   Ursprung: Seitenfläche und Querfortsätze des 12. Brustwirbels und aller Lendenwirbel.
2. Der Darmbein- oder Hüftbeinmuskel
   Ursprung: Innere Fläche der Darmbeinschaufel.

Ansatz: als Lendenhüftbeinmuskel vereint unter dem Poupartischen Bande hervorkommend am kleinen Rollhügel.

Wirkung des Muskels: Beugen des Schenkels zum Rumpf d. h. Heben des Schenkels — oder umgekehrt, bei festgestelltem Bein: Beugen des Rumpfes gegen den Schenkel.

In letzterer Beziehung arbeitet der Muskel gleichsinnig mit den Bauchmuskeln. Verschiedene Übungen, welche als hervorragend wirksam zur Kräftigung der Bauchmuskeln beschrieben und angewendet werden, nehmen weit mehr als die Bauchmuskeln den Lenden-Hüftbeinmuskel in Anspruch.

Die Beugung des Schenkels gegen den Rumpf beim Steigen, Laufen, Gehen usw. wird vorzugsweise durch den Lenden-Hüftbeinmuskel bewirkt. Derselbe besitzt mithin für diese Leibesübungen eine besondere Bedeutung.

Der Lenden-Hüftbeinmuskel ist indes nicht nur Beuger, sondern gemäß seiner Faserrichtung und seinem Ansatz am kleinen Rollhügel auch Auswärtsroller des Schenkels.

Spanner der Schenkelbinde.

3. Der Spanner der Schenkelbinde. Derselbe entspringt vom vorderen oberen Darmbeinstachel, und geht von dem großen Rollhügel herab zu der starken, die Schenkelmuskeln umhüllenden Haut, der Schenkelbinde. Der Muskel spannt aber nicht nur diese straffe Binde, sondern sein Zug bewirkt auch Beugung des Schenkels gegen das Becken oder umgekehrt des Beckens gegen den Schenkel. Zweifel-

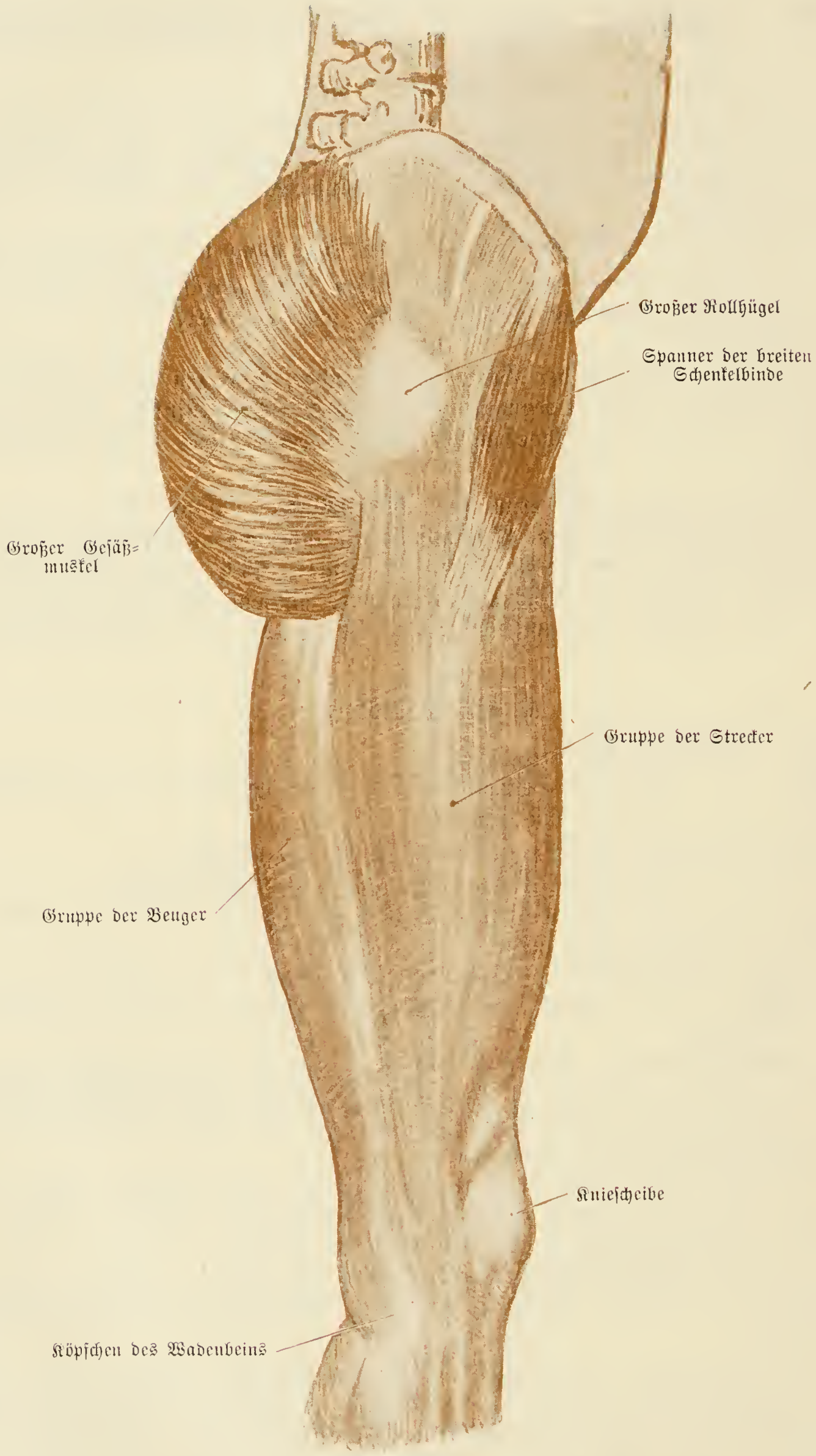


Fig. 273. Die breite Schenkelbinde von außen gesehen.

los ist ferner nach seiner Faserrichtung der Muskel Einwärtsroller des Schenkels (Fig. 273).

Wirkt er zusammen mit dem Lenden-Hüftbeinmuskel, so verstärkt er einmal die Beugethätigkeit dieses mächtigen Muskels, sodann aber hebt er durch seine Wirkung als Einwärtsroller die Nebenwirkung des Lenden-Hüftbeinmuskels als Auswärtsroller auf, so daß die volle Kraft beider Muskeln lediglich Beugung bewirkt.

B. Der Streckmuskel des Hüftgelenks.

Streckmuskel des Hüftgelenks.

4. Der große Gesäßmuskel. Das Gesäß wird überdeckt von dem zolldicken, grobfaserigen und mächtigen großen Gesäßmuskel. Er ist überzogen mit derber Haut und einer starken Fettschicht, daher die Haut des Gesäßes bei dickeren Menschen nicht faltbar ist. Bei den Weibern einzelner wilder Völkerschaften, so bei den Buschweibern, kann sich diese Fettmasse zu ungeheuerlicher Menge ansammeln und entsprechende Formentwicklung verursachen, welche über die Entwicklung einer Venus Kallipygos weit hinausgeht. Künstlich suchte eine Zeit lang die Modetracht europäischer Damen durch den cul de Paris solche monströse Gesäßentwicklung vorzutäuschen. — Das Fettpolster des Gesäßes hat diese Gegend als die geeignetste, weil ungefährlichste Körperstelle für körperliche Züchtigung beliebt gemacht. —

Beim aufrechten Stehen deckt der große Gesäßmuskel die Sitzknorren. Beim Sitzen dagegen gleitet der Muskel von den Knorren ab. Über dem Sitzknorren liegt jedoch zur Verhinderung des Druckes ein starkes Fettpolster — „wir sitzen auf dem Fett des Gesäßes wie auf einem Luftpolster, stehen auf unsern Fußsohlen wie auf einer Matratze, und greifen mit den Händen wie mit einem dicken Handschuh“ (Hyrtl).

Beim Sitzen auf ebener harter Unterlage ruht der Körper auf drei Punkten: dem Sitzknorren und der Steißbeinspitze. Beim Sitzen auf weichem Polster teilt sich der Druck auch den Gesäßmuskeln mit und bewirkt Blutstockung in der gesamten Gesäßgegend. Leute, welche viele und anhaltende Arbeit im Sitzen verrichten, setzen sich daher nie in weiche Polster, sondern auf einen harten Schreibstuhl oder Bock.

Der große Gesäßmuskel ist ein Hauptmuskel der Hüftgegend, namentlich für bestimmte natürliche Bewegungen wie Marsch, Lauf u. dergl.; in seiner Wirkung ist er der Antagonist oder der gegensinnig wirkende Muskel des Lenden-Hüftbeinmuskels.

Ursprung: Hinteres Ende des Darmbeinkamms; Kreuz- und Steißbein. Von hier laufen die dicken Bündel des Muskels schräg nach unten und außen.

Ansatz: Die obersten Bündel des Muskels enden in der breiten Schenkelbinde; die Hauptmasse des Muskels geht zum Oberschenkel unterhalb des großen Rollhügels.

Wirkung: Der große Gesäßmuskel ist ein kräftiger Strecker des Schenkels gegen das Becken — oder, und zwar ist diese Thätigkeit die ganz vorwiegende, ein kräftiger Strecker des Rumpfes bei fixiertem Bein. Das Bertinische Band setzt dem Spielraum der Streckbewegung eine Grenze. Neben seiner Streckthätigkeit ist der Muskel auch in leichterem Grade Auswärtsroller des Schenkels.

C. Die Anzieher des Schenkels.

Anzieher des Schenkels.

Eine Gruppe von mächtigen Muskeln an der Innenseite des Schenkels:

der große, der lange, der kurze } Anzieher;
der Schambein- oder Kammmuskel;
der schlanke Muskel (Fig. 274).

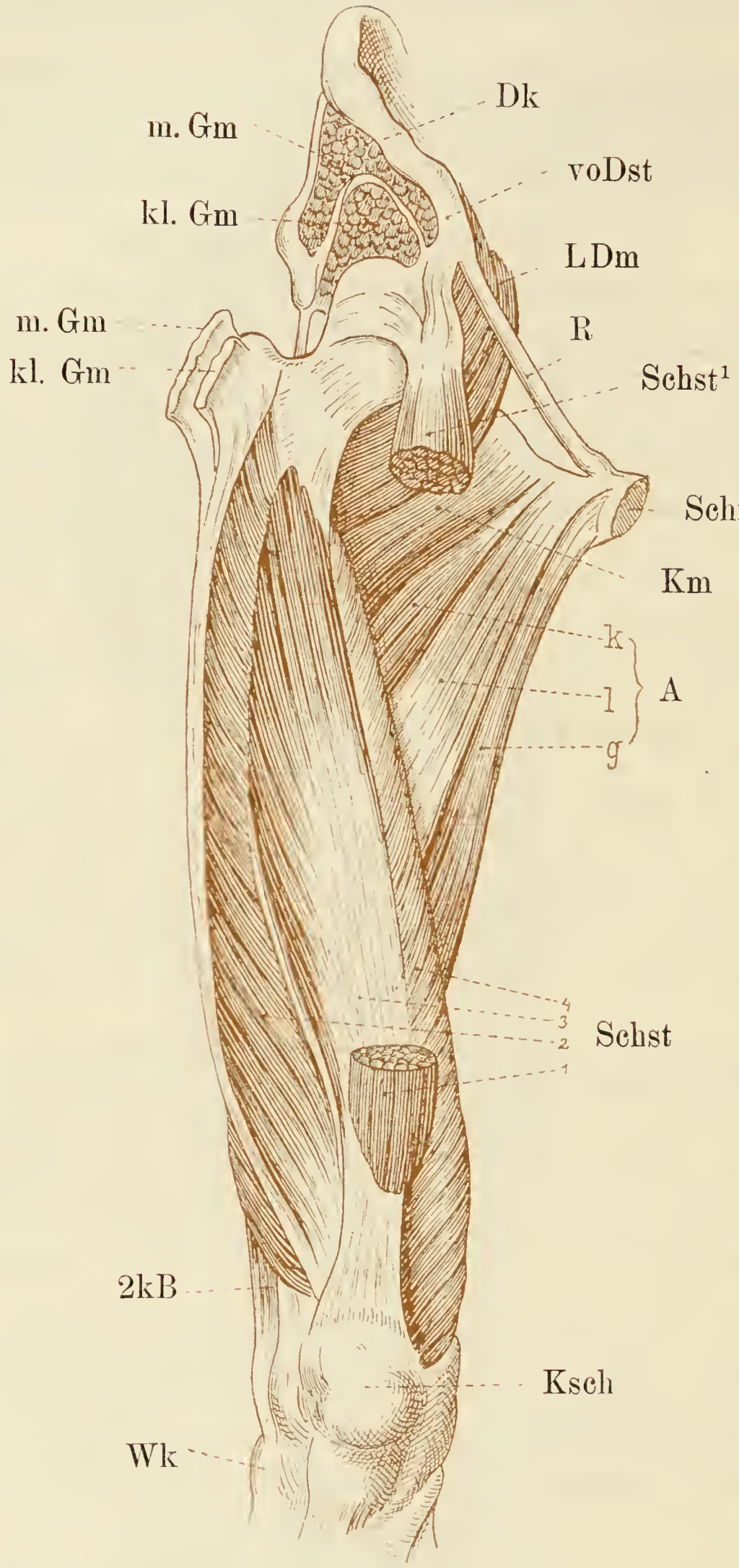


Fig. 274. Muskeln des Oberschenkels (der lange Kopf des vierköpfigen Schenkelstreckers entfernt).
m. Gm und kl. Gm Mittlerer und kleiner Gesäßmuskel (am Ursprung und Ansatz durchgeschnitten); Dk Darmbeinkamm; voDst vorderer oberer Darmbeinstachel; LDm Lenden-Darmbeinmuskel; R Poupartisches Band: Schf Schamfuge: Km Kamm-Muskel; k, l, g A kurzer, langer und großer Anzieher; 1, 2, 3, 4 Schst 1. 2. 3. und 4. Kopf des Schenkelstreckers; 2kB zweiköpfiger Beuger; Ksch Kniescheibe; Wk Wadenbeinköpfchen.

Großer, langer und kurzer Anzieher.

5. 6. u. 7. Die drei Anzieher an der inneren Seite des Oberschenkels bilden die innere fleischige Scheidewand zwischen den vorderen und hinteren Muskeln des Schenkels. Der große Anzieher ist der mächtigste Muskel der Gruppe, und begrenzt den Schenkel nach innen.

Ursprung: Schambein, Sitzbein, und Sitzknorren.

Ansatz: Hintere innere Kante des Oberschenkelknochens; der große An- oder Zuzieher reicht bis zum Knorren des Oberschenkels herab.

Wirkung: Kräftige Zuziehung der Schenkel (custos virginum). Diese Thätigkeit der Anzieher kommt wesentlich und unausgesetzt zur Anwendung beim Reiten zum Schenkelschluß um den Leib des Pferdes. Dabei kommt dem Reiter besonders zu gute, daß der untere Abschnitt des großen Anziehers dem Schenkel gleichzeitig eine Rollbewegung nach innen verleiht, wodurch die Ferse des Fußes geradaus nach hinten, und nicht nach innen sieht, wie es bei der gewöhnlichen Drehung der Fußspitze nach außen der Fall wäre. Der Reiter ist dadurch der Gefahr überhoben, unwillkürlich mit den Sporen den Bauch des Pferdes zu berühren. — Vereint mit der Zusammenziehung des vierköpfigen Streckers an der Vorderseite des Schenkels bewirken die Anzieher das Überschlagen des einen Beins über das andere.

Kamm-Muskel.

8. Der Schambein- oder Kammmuskel. Entspringt vom oberen Rande des Schambeins und geht neben dem Lendenhüftbeinmuskel unter dem poupartischen Bande hervor zum Oberschenkelknochen.

Schlanker Muskel.

9. Der schlanke Muskel. Geht vom unteren Rande des Schambeins als dünnes breites Band abwärts, und mit langer Sehne um den inneren Oberschenkelknorren herum zur vorderen Kante des Schienbeins (Fig. 272).

Der Muskel ist Anzieher und dreht bei gebeugtem Knie den Oberschenkel nach innen.

D. Die Abzieher des Schenkels (Fig. 275).

Abzieher des Schenkels.

Mittlerer und kleiner Gesäßmuskel.

10. u. 11. Der mittlere und der kleine Gesäßmuskel.

Ursprung: Außenseite des Darmbeins. Der kleine Gesäßmuskel liegt ganz unter dem mittleren; der mittlere zum Teil unter dem großen.

Ansatz: Oberer Rand des großen Rollhügels.

Wirkung: Ausschließlich abziehend (zur Grätschstellung) wirkt nur die mittlere Portion der Muskeln; die vordere und hintere nur dann, wenn sie gleichzeitig wirken und sich ihre Rollbewegungen aufheben. Denn die vordere Portion wirkt einwärts-, die hintere auswärtsrollend. Vor allem aber wirken die beiden Muskeln als Halter des Beckens (Balancierung), eine Thätigkeit, die im Stehen und Gehen unablässig notwendig ist.

E. Die Roller des Schenkels.

Rollung des Schenkels.

Einwärtsrollung.

A. Einwärtsrollung. Die Einwärtsrollung des Schenkels wird vorzugsweise bewirkt durch den vorderen Teil des mittleren und kleinen Gesäßmuskels, sowie durch den Spanner der Schenkelbinde.

Wenn die erstgenannten Gesäßmuskeln aber lediglich als Einwärtsroller wirken sollen, so muß die Abziehung, welche von ihnen außerdem bewirkt wird, durch entsprechende gleichzeitige Wirkung der Anzieher aufgehoben werden.

Auswärtsrollung.

B. Auswärtsrollung. Die Auswärtsroller sind stärkere Muskeln als die Einwärtsroller. Vermöge dieses Übergewichts sieht in Ruhestellung das Bein mit seiner Vorderfläche nicht geradeaus, sondern ist nach auswärts gedreht. Der natür-

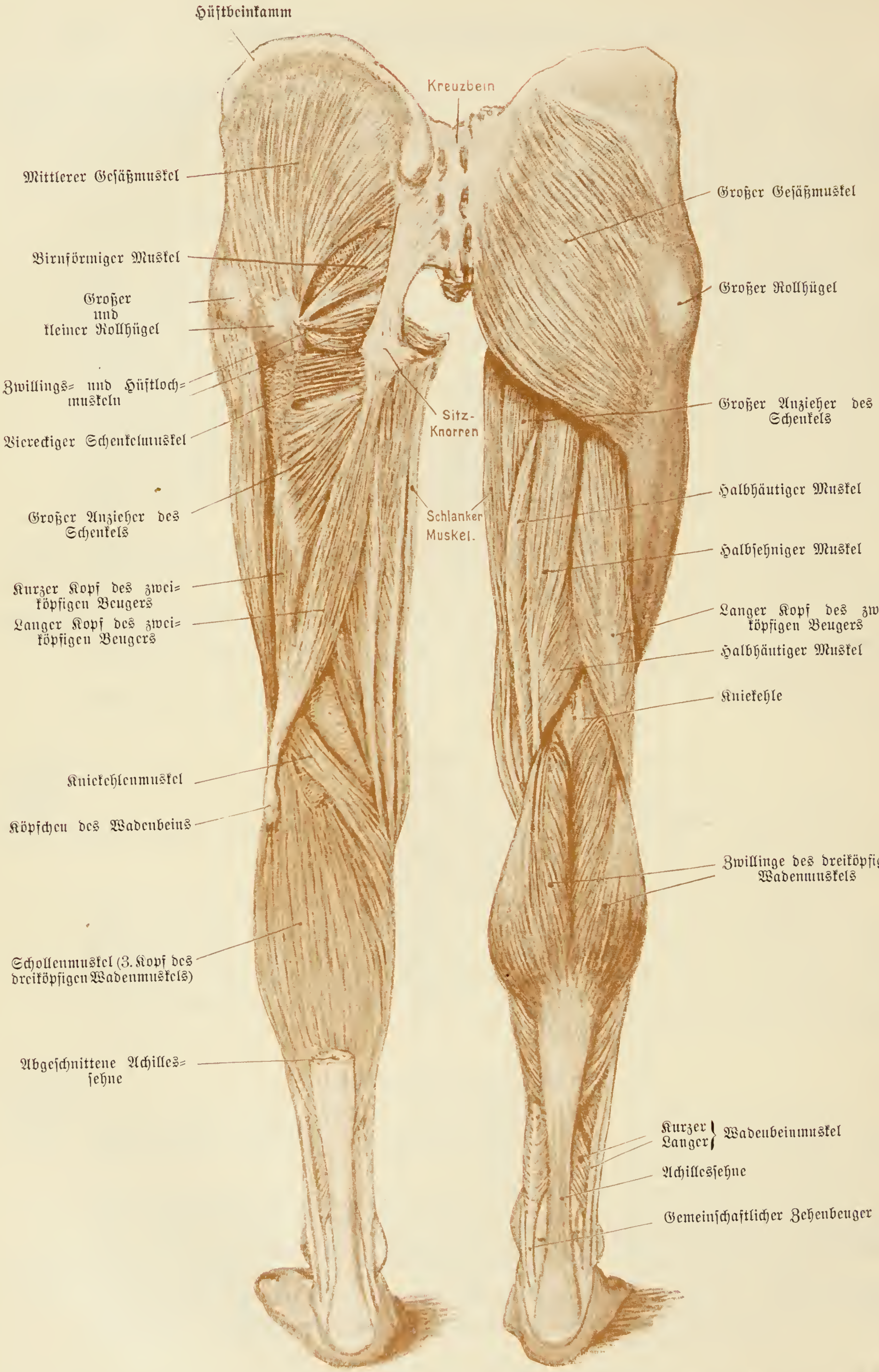


Fig. 275. Muskeln der Beine: Hintere Ansicht. Links sind der große Gesäßmuskel, der halbsehnige und der halbhäutige Muskel entfernt.

liche Gang erfolgt mit nach außen gerichteten Fußspitzen: Gehen mit geradeaus und parallel gerichteten Füßen ist kein natürlicher, sondern ein Kunstschritt.

Der kräftigste Auswärtsroller ist der große Gesäßmuskel; ferner bewirkt Auswärtsrollung der hintere Teil des mittleren und des kleinen Gesäßmuskels.

Weiterhin kommen hinzu eine Reihe kleinerer Muskeln, die vom Becken hinter dem Schenkelhals entspringend, zum großen Rollhügel gehen. Diese kleinen Rollmuskeln sind übrigens auch Beckenhalter. Die kleinen Rollmuskeln.

Es sind folgende Muskeln:

12. Der birnförmige Muskel.
13. Der innere Hüftbeinlochmuskel.
14. u. 15. Die beiden Zwillingsmuskeln.
16. Der äußere Hüftbeinlochmuskel.
17. Der viereckige Schenkelmuskel.

§ 101. Muskeln, welche die Beine im Kniegelenk bewegen.

Beugung im Kniegelenk ist spitzwinklig möglich bis zu einem Spielraum von 160°. Bewegung der Beine im Kniegelenk

Bei ganz gestrecktem Knie geschieht die Rollbewegung im Hüftgelenk; im Kniegelenk ist dann nur eine geringe Drehung der Fußspitze nach außen möglich. Nämlich der innere Oberschenkelknorren ist etwas nach auswärts gebogen, so daß der innere Schienbeinknorren um ihn herum nach auswärts gleitet. Die gespannten Seitenbänder des gestreckten Knies hindern weitere Rollbewegung des Unterschenkels. Werden diese Bänder entspannt durch rechtwinklige Beugung des Knies, so kann der Unterschenkel für sich eine Rollbewegung im Umfang von einem halben rechten Winkel ausführen. Diese Bewegung ist am äußern Schienbeinknorren mittels der aufgelegten Hand gut fühlbar.

Vorn am Oberschenkel liegen die Strecker, hinten die Beuger. Nach außen stoßen beide Gruppen aneinander; nach innen sind sie durch die Gruppe der Anzieher geschieden.

A. Beugung.

Beugemuskeln.

Von Sitzknorren nehmen ihren Ursprung:

1. Der lange Kopf des zweiköpfigen Beugers des Unterschenkels.
2. Der halbsehnige Muskel.
3. Der halbhäutige Muskel.

Alle drei bilden eine rundliche Muskelmasse (1 u. 2 sind mit ihrem fleischigen Ursprung verschmolzen, 3 hat weiter unten einen starken Fleischbauch), die unter der Gesäßfalte zum Vorschein kommt.

Unter der Mitte des Oberschenkels teilt sich die Gruppe in zwei auseinandergehende Wülste, welche die spitzwinklige Grube (oberer Winkel) der Kniekehle zwischen sich lassen.

Der zweiköpfige Beuger, dessen langer Kopf also vom Sitzknorren entspringt, während der kurze Kopf von der hinteren Mitte des Oberschenkels hinzutritt, geht zum Köpfchen des Wadenbeins. Zweiköpfiger Beuger.

Der halbsehnige und der halbhäutige Muskel gehen zur innern Fläche des Schienbeins. Halbsehniger und halbhäutiger Muskel.

Ebendaselbst finden noch zwei Muskeln ihren Ansatz: der oben bei den Anziehern des Schenkels bereits beschriebene schlanke Muskel, und

Schneidermuskel.

4. Der Schneidermuskel. Der Schneidermuskel ist der längste aller Muskeln des Körpers. Er entspringt vom vorderen oberen Darmbeinstachel, und geht spiralig um den Schenkel, indem er die an der Vorderfläche des Schenkels befindlichen Längsmuskeln kreuzt. Weiter bildet er die Grenze zwischen dem vierköpfigen Strecker und der Gruppe der Anzieher, zieht am inneren Oberschenkelknorren hinab, wendet sich am innern Knorren des Schienbeins nach vorne, und endet am Schienbeinstachel.

Alle diese Muskeln beugen also den Unterschenkel gegen den Oberschenkel oder umgekehrt.

Der Schneidermuskel dreht zudem bei gebeugtem Knie den Unterschenkel nach innen (Einwärtsrollung). Dagegen schlägt der Muskel nicht das eine Bein über das andere, wie es der Schneider thut — führt also den ihm beigelegten Namen zu Unrecht (Fig. 272).

Streckung.

B. Streckung.

Ein einziger mächtiger Muskel, an der Vorderseite des Schenkels gelegen, bewirkt die Streckung im Kniegelenk: der vierköpfige Streckmuskel des Beines.

Vierköpfiger Streckmuskel des Schenkels.

Er setzt sich zusammen aus vier Muskeln oder Köpfen. Drei davon sind bei muskulösen Beinen äußerlich unter der Haut deutlich erkennbar:

1. der gerade Schenkelmuskel oder gerade lange Kopf. Ursprung: mit starker Sehne vom vorderen unteren Darmbeinstachel;

2. der äußere Kopf oder äußere große Schenkelmuskel. Ursprung: äußere Leiste der Oberschenkelkante;

3. der innere Kopf oder innere große Schenkelmuskel. Ursprung: innere Oberschenkelkante, mit seiner Fleischmasse um den Knochen herumgreifend;

4. zwischen diesen, durch den geraden äußern Kopf verdeckt, liegt der mittlere Kopf oder innere äußere Schenkelmuskel, von der Vorderfläche des Oberschenkels entspringend.

2 und 3 liegen als große Fleischwülste zu beiden Seiten von 1, der innere, 2 bis 3 Finger breit, tiefer als der äußere.

Ansatz: Der Muskel endet mit seinen vier mächtigen Köpfen an einer gemeinsamen starken Sehne am oberen Rand der Kniescheibe, geht dann in das Kniescheibenband über (an dessen Innenfläche die Kniescheibe anhängt) und endet damit am Schienbeinhöcker.

Unter dem Kniescheibenband liegt am Schienbeinhöcker ein (auch äußerlich in der Form der Kniegegend sich bemerkbar machender) Schleimbeutel. Derselbe entzündet sich leicht bei häufigem anhaltenden Knieen und schwillt dann an (House-maids-Knie infolge vom Bohnen der Fußböden im Knieen).

Rollung.

C. Rollung.

Für die Rollung des Unterschenkels ausschließlich ist nur der kleine Kniekehlenmuskel thätig. Er geht vom äußern Oberschenkelknorren zum Schienbein in der Kniekehle unter der Wade.

Kniekehlenmuskel.

Sonst bewirken die Rollung des Unterschenkels (bei gebeugtem Knie) folgende Muskeln:

Schneider-
Schlanker
Halbsehniger
Halbhäutiger
} Muskel: drehen die Fußspitze nach einwärts.

Zweiköpfiger Beuger: dreht die Fußspitze nach auswärts.

Die Rollbewegungen erfolgen seitens der Beugemuskeln jedoch nur dann, wenn diese Muskeln einseitig und nicht gleichzeitig wirken. Andernfalls heben sich ihre Rollbewegungen nach außen oder innen gegenseitig auf, und es bleibt lediglich die Beugebewegung übrig.

§ 102. Muskeln, welche die Fußgelenke bewegen.

Bewegung der Fußgelenke.

A. Vordere Gruppe (3 Muskeln) (Fig. 276):

1. Der vordere Schienbeinmuskel.

Vorderer Schienbeinmuskel.

Ursprung: Äußere Hälfte des Schienbeins. Die rundliche Sehne des Muskels geht von dem Schienbeinknöchel zum inneren Fußrand.

Ansatz: Erstes Keilbein und Grundteil des ersten Mittelfußknochens.

Wirkung: Beugen des Fußes gegen den Unterschenkel; Drehung des Fußes um seine Achse, so daß der innere Fußrand nach oben sieht, und die Fußspitze sich etwas nach innen begiebt.

2. Der lange Strecker des Großzehs. Derselbe geht von der inneren Wadenbeinfläche zum zweiten Glied des Großzehs. — Die Sehne des Muskels springt auf dem Fußrücken nach dem Großzeh hin stark vor.

3. Der lange gemeinschaftliche Strecker der Zehen.

Ursprung: Oberes Ende von Schien- und Wadenbein. An die Sehnen treten noch weit hinab Muskelbündel.

Ansatz: Die Sehne geht unter einer besonderen Bandschlinge (dem Schleuderband), welche verhindert, daß bei Einwärtsführung des Fußes das Sehnenbündel nach innen rutscht, zum Fußrücken, und weicht hier in vier Sehnen, die zum 2. bis 5. Zeh gehen, auseinander. Dieselben heben sich außen am Fußrücken deutlich ab. Von der Sehne des Kleinzeh geht als fünfte Sehne ein Sehnenstreife zur Rückenfläche des fünften Mittelfußknochens.

Wirkung: Strecker der Zehen; Beuger des Fußes nach dem Fußrücken.

B. Äußere Gruppe (2 Muskeln):

1. Der lange } Wadenbein-
2. Der kurze } muskel.

Ursprung: Obere $^2/_3$ des Wadenbeins. Der lange Wadenbeinmuskel liegt oberflächlicher.

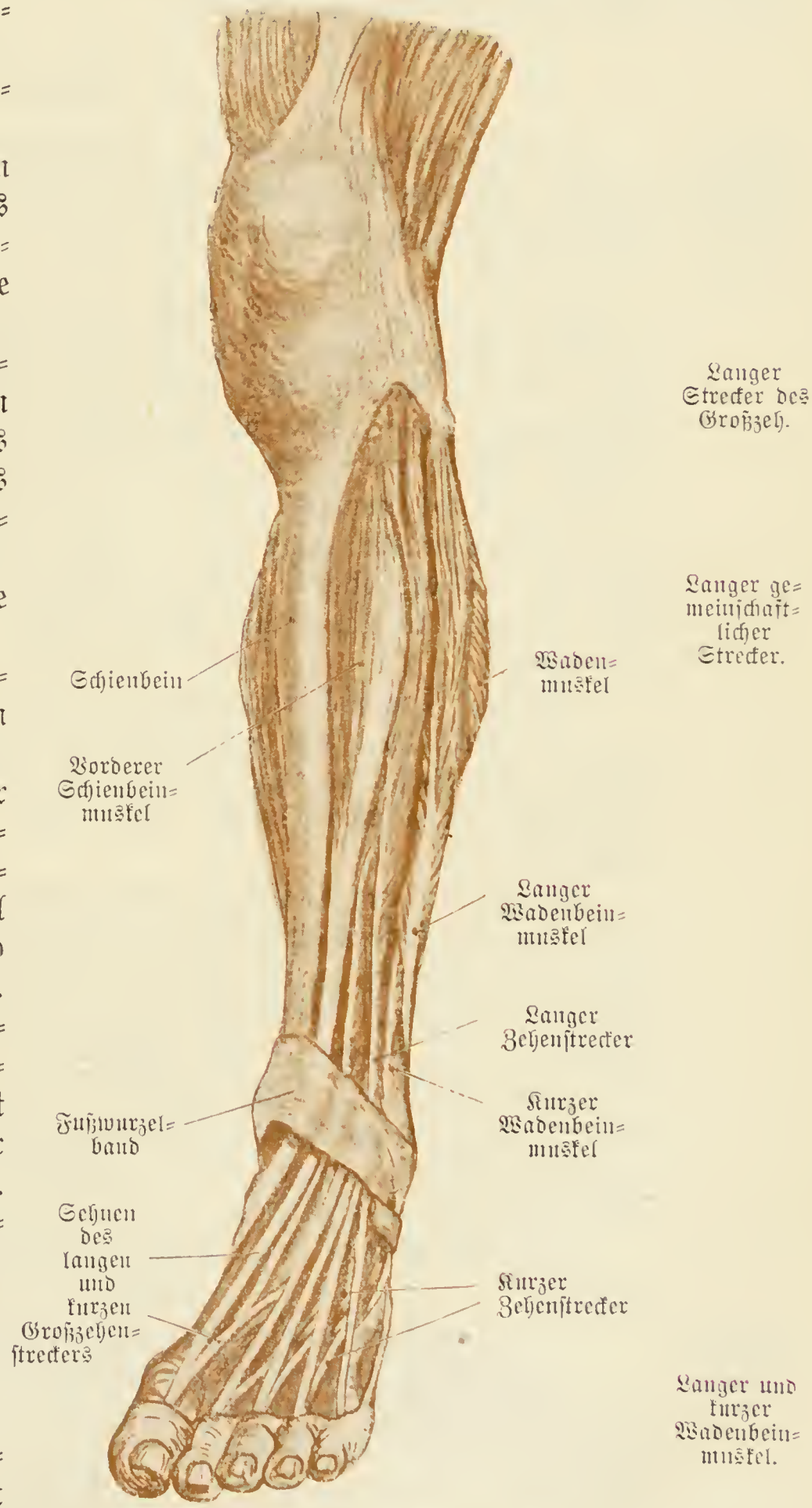


Fig. 276. Muskeln des Unterschenkels.

Ansatz: Die platten Sehnen der beiden Muskeln liegen am unteren Teil des Wadenbeins aufeinander, und biegen in einer Furche am äußern Knöchel nach vorn und unten um. Hier geht die Sehne des kurzen Wadenbeinmuskels zum Höcker des fünften Mittelfußknochens, die des langen durch eine Furche des Würfelbeins unter die Sohle und schräg hinüber zum inneren Fußrand, wo sie am ersten Mittelfußknochen sich ansetzt.

Wirkung: Die beiden Wadenbeinmuskeln strecken den Fuß (Biegung nach der Fußsohle), senken den Innenrand des Fußes, und wenden die Fußsohle etwas nach außen. Namentlich stemmt der lange Wadenbeinmuskel das vordere Ende des Innenrands des Fußes (Großzehballen) mit großer Kraft fest abwärts gegen den Boden beim Stehen und Gehen.

C. Hintere Gruppe.

Dreiköpfiger Wadenmuskel.

a) Oberflächliche Schicht. Dieselbe wird gebildet vom dreiköpfigen Wadenmuskel. Er setzt sich zusammen aus dem Zwillingsmuskel der Wade und dem darunterliegenden Schollenmuskel, bildet das dicke Fleisch der Wade, und giebt dieser die äußere Form.

Der Zwillingsmuskel entspringt hinten über den beiden Knorren des Oberschenkels. Die beiden Zwillingsmuskeln bilden hier die untere Begrenzung (unterer spitzer Winkel) der Kniekehle. Die beiden Köpfe, an muskulösen Schenkeln sich kräftig abzeichnend, gehen etwas über der Mitte des Unterschenkels mit einer halbmondförmigen Bogenlinie in die breite und platte Achillessehne über.

Der Sohlenmuskel oder Schollenmuskel, von platter Form, bildet, unter dem Zwillingsmuskel liegend, das tiefe dicke Fleisch der Wade. Er nimmt seinen Ursprung von der oberen hinteren Hälfte des Wadenbeins wie des Schienbeins und geht ebenfalls an die Achillessehne (daher als dritter Kopf des Wadenmuskels zu betrachten).

Ansatz: Die Achillessehne, mit die stärkste Sehne des Körpers, am Beginn breit und platt, wird am Fußgelenk schmäler und dicker. Hier kann man zwischen Knochen und Sehne greifen: die Stelle, wo Thetis ihren Sohn Achilles festhielt, und dieser verwundbar blieb. Die Sehne setzt sich an die hintere Rauhigkeit des Fußhöckers an.

Wirkung: Der dreiköpfige Wadenmuskel streckt den Fuß gegen den Unterschenkel. Diese kräftige Streckthätigkeit ist für das Gehen, Laufen, Springen (Abstoßen des Fußes vom Boden), sowie für das Erheben des Körpers auf die Fußspitze von höchster Wichtigkeit. Verbunden mit der Streckung wird durch die Thätigkeit des Muskels die Fußspitze etwas nach innen gedreht, der innere Fußrand etwas gehoben, der Fußrücken etwas nach außen gedreht. Letztere begleitende Bewegungen werden durch den gleichzeitig wirkenden langen Wadenmuskel, der neben seiner Streckthätigkeit die entgegengesetzten Begleitbewegungen macht (Senkung des innern Fußrandes s. o.), aufgehoben.

b) Tiefe Schicht (drei Muskeln, entsprechend den drei Muskeln der vorderen Gruppe).

Hinterer Schienbeinmuskel.

1. Der hintere Schienbeinmuskel.

Ursprung: Hintere Fläche des Schienbeins und Zwischenhaut zwischen Schien- und Wadenbein. Der Muskel liegt zwischen den folgenden (langer Zehen- und langer Großzehenbeuger), kreuzt sich aber hinter dem unteren Schienbeinende mit dem langen Zehenbeuger, biegt um den inneren Knöchel vorn um, und nimmt seinen

Ansatz am inneren Fußrand: Kahnbein und erstes Keilbein (Fig. 277).

Wirkung: Strecker des Fußes; Heber des inneren Fußrandes mit gleichzeitiger Einwärtsführung der Fußspitze. Dadurch erzielt der Muskel diejenige Bewegung, welche wir machen, um einen Gegenstand mit beiden Füßen zu umklammern. Der hintere Schienbeinmuskel wird daher besonders in Thätigkeit gesetzt beim Klettern an der Stange oder am Tau zum Kletterschluß der Füße.

2. Der lange Großzehenbeuger, ein kräftiger Muskel. Langer Großzehenbeuger.

Ursprung: Wadenbein.

Ansatz: Die Sehne geht hinter dem Sprungbein und unter dem Gesims des Fersenbeins zur Fußsohle und zum Großzeh.

3. Der lange (gemeinschaftliche) Zehenbeuger. Langer Zehenbeuger.

Ursprung: Schienbein.

Ansatz: in der Fußsohle zum 2. bis 5. Zeh.

Übersicht.

Übersicht der für die Fußbewegung thätigen Muskeln.

a) im Sprunggelenk ist nur möglich: { 1. Hebung (Beugung) / 2. Senkung (Streckung) } des Fußes.

b) im Fußwurzelgelenk: 1. Einwärtsführung der Fußspitze mit: { Hebung des inneren / Senkung des äußeren } Fußrandes.

2. Auswärtsführung der Fußspitze mit: { Hebung des äußeren / Senkung des inneren } Fußrandes.

Muskeln für a. 1.

Heber des Fußes: Der vordere Schienbeinmuskel;
Der lange Zehen- / Der lange Großzehen- } Strecker.

a. 2. Senker oder Strecker des Fußes: Der dreiköpfige Wadenmuskel;
Der hintere Schienbeinmuskel;
Der lange Wadenmuskel;
Der lange Zehen- / Der lange Großzehen- } Beuger.

Fig. 277. Sehnen und Muskeln der Innenseite des Fußes.

b. 1. Auswärtswender: Der lange, Der kurze } Wadenbeinmuskel;
Der lange Zehenstrecker mittels der fünften Sehne, die zum äußern Fußrande geht.

b. 2. Einwärtswender: Der vordere, und besonders der hintere } Schienbeinmuskel;
Der lange Zehenbeuger.

Kurze Muskeln am Fuße.

§ 103. Kurze Muskeln am Fuße. (Fig. 277 u. 278.)

A. Auf dem Fußrücken (s. Fig. 276):

Kurzer Zehen- und kurzer Großzehenstrecker.

1. Der kurze Zehen-, 2. Der kurze Großzehen- } Strecker.

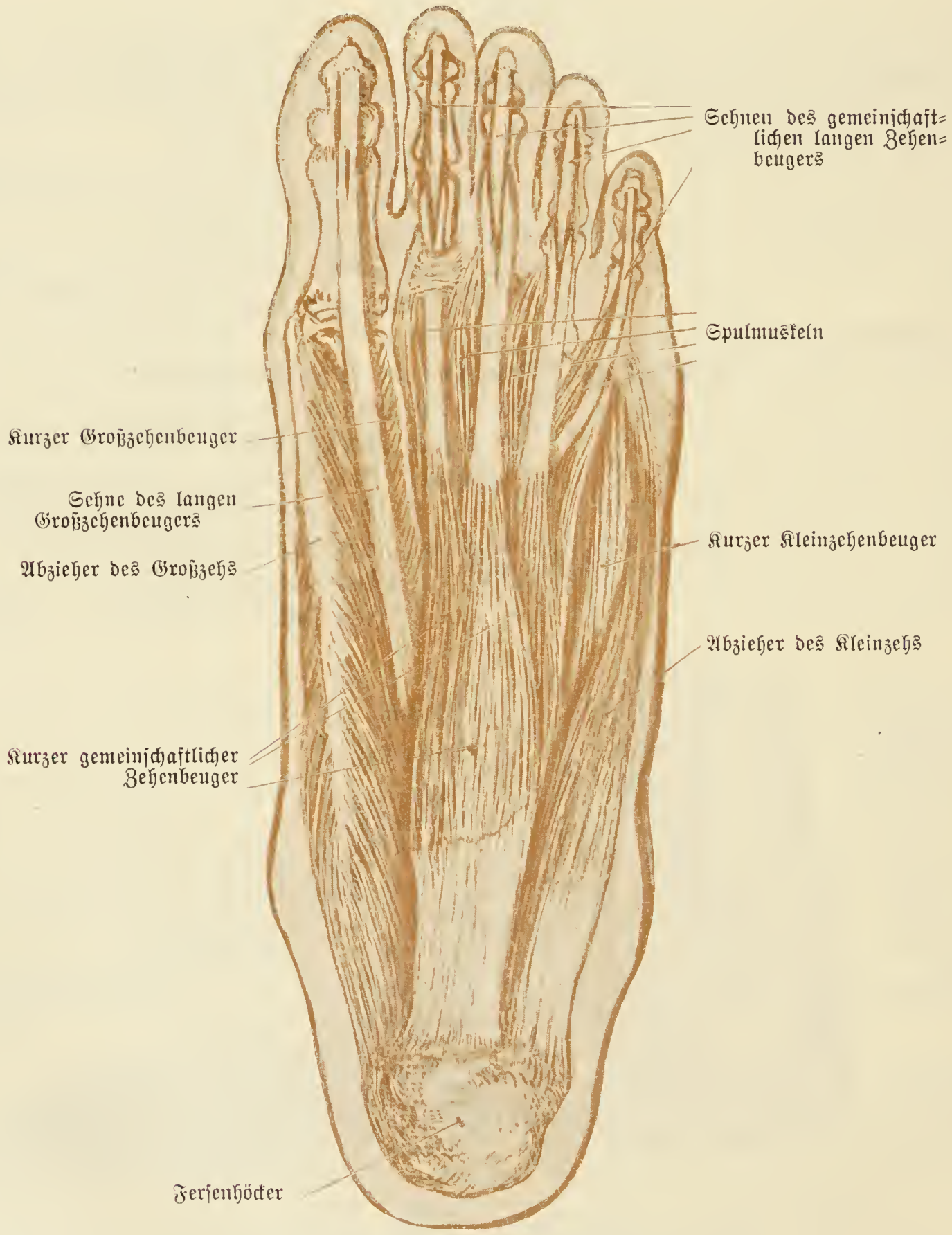


Fig. 278. Muskeln der Fußsohle.

Ursprung: Obere Fläche des Fersenbeinfortsatzes.
Ansatz an die Streckſehnen der langen Strecker.

B. In der Fußſohle (Fig. 278). Die Muskeln der Fußſohle bilden drei in der Richtung von hinten nach vorn zu den Zehen verlaufende Wülſte. Muskeln der Fußſohle.

Innerer Randwulſt: 1. Abzieher des Großzehs;
2. Kleiner Beuger des Großzehs.

Ursprung: Unterfläche des Fersenbeins.

Äußerer Randwulſt: 3. Abzieher, 4. Kleiner Beuger } des Kleinzehs.

Mittlerer Randwulſt: 5. Kurzer Zehenbeuger.

Mit drei Bäuchen vom Fersenbein zu den mittleren (zweiten bis vierten) Zehen gehend. Die Sehnen ſind gabelig geteilt, die Sehnen des langen Beugers gehen durch dieſelben hindurch (wie an der Hand).

Außerdem finden ſich an den Sehnen der langen Beuger vier Regenwurm- oder Spulmuskeln und drei äußere, ſowie vier innere Zwiſchenknochenmuskeln zwiſchen den Mittelfußknochen, ähnlich wie an der Hand.

Dagegen fehlen, im Gegenſatz zur Hand, Muskeln, welche den Groß- oder Kleinzeh in Gegenſtellung zu den andern Zehen bringen könnten.

Die Sohlenmuskeln ſpannen das Fußgewölbe, wie eine Sehne den Bogen, und halten der geſamten Körperlaſt, welche das Fußgewölbe zu verflachen ſtrebt, das Gleichgewicht. Hierbei werden die Muskeln unterſtützt durch die Widerſtandskraft der außerordentlich ſtarken ſehnigen Häute oder Bänder an der Fußſohle.

Zweiter Teil

Herz und Kreislauf des Blutes.
Lunge und Atmung. Haut. Verdauung und Ernährung.
Nervensystem.

III.

Gefäßsystem und Kreislauf des Blutes.

§ 104. Allgemeine Übersicht über den Blutkreislauf.

Das Blut ist die im Körper stetig kreisende Flüssigkeit, aus welcher die zum Leben und Wachstum der Organe notwendigen Stoffe entnommen werden. Da die Lebensprozesse im wesentlichen auf einer Verbindung der Stoffe der verschiedenen Organe mit Sauerstoff beruhen, d. h. Verbrennungsstoffe darstellen, so führt das Blut den Organen nicht nur verbrennliche Stoffe aus den Nahrungsmitteln zu, sondern auch den zur Verbrennung notwendigen Sauerstoff. Indes ist es nicht nur eine Stoffzufuhr, welche das Blut leistet, sondern es nimmt auch aus den Organen die unbrauchbar gewordenen, den Stoffzersetzungen entstammenden und giftigen Stoffe auf, und fördert dieselben zu den betreffenden Ausscheidungsorganen. Das Blut reinigt also auch die Organe und wäscht sie aus; es führt zur Ausscheidung die gasförmige Kohlensäure nach den Lungen, andere Stoffe — als solche sind Harnstoff und die Ermüdungsstoffe schon früher erwähnt — zu den Nieren, zur Haut und zum Darm. Blut-flüssigkeit

Die Blutflüssigkeit ist eingeschlossen in ein System von wunderbar durch den gesamten Körper verzweigten Röhren. Diese Röhren besitzen die verschiedenste Dicke, und werden schließlich in den Haargefäßen so fein, daß sie nur bei starker Vergrößerung wahrgenommen werden können.

Innerhalb der Röhren des Gefäßsystems ist das Blut in anhaltender Bewegung. Dies geschieht infolge der Thätigkeit eines besonderen Pumpwerkes, des Herzens, welches schon beim ungeborenen Kinde zu arbeiten beginnt. Das Herz bleibt das ganze Leben hindurch thätig, empfängt aus zuleitenden Blutgefäßen Blut, und stößt dieses wieder in ableitende Blutgefäße aus. Erst mit dem Augenblick des Todes steht das Herz still; von allen Organen hört das Herz zuletzt auf zu leben: mit seinem Stillstand ist der Tod besiegelt. Diejenigen Gefäße, in welche das Herz Blut einpreßt, und welche das Blut zu allen Organen des Körpers hinleiten, heißen Puls- oder Schlagadern. Dieselben haben ihren Namen daher, weil an ihnen eine rhythmische Bewegung, ein An- und Abschwellen, der sogenannte Pulsschlag überall fühlbar ist. Die Schlagadern verästeln sich durch unausgesetzte Teilung nach Art eines Wurzelwerkes in immer feinere Zweige oder Gefäßchen. Die letzten allerfeinsten Verzweigungen heißen Haargefäße. Diese Haargefäße fließen weiterhin Herz. Pulsadern. Haargefäße.

Blutadern.

wieder zu weiteren Gefäßen zusammen, die sich immer mehr zu wenigen größeren Gefäßröhren vereinen. Dies sind die Blutadern, welche also das Blut, nachdem es die Organe des Körpers durchströmt hat, zum Herzen wieder zurückleiten. Diese Bewegung des Blutes vom Herzen in die Schlagadern, aus den Schlagadern in die Haargefäße, dann weiter in die Blutadern und in diesen zurück zum Herzen, heißt der große Blutkreislauf. Ihm gesellt sich der kleine Blutkreislauf, welcher das gesamte Blut aus dem Herzen zur Lunge, behufs der Aufnahme von Sauerstoff und der Abgabe von Kohlensäure leitet, und von der Lunge das an Sauerstoff bereicherte und von Kohlensäure befreite Blut zum Herzen zurückbringt. —

Die einzelnen Teile des Röhrensystems der Blutgefäße sind also: 1. das Herz; 2. die Schlagadern (Arterien); 3. die Haargefäße (Kapillaren) und 4. die Blutadern (Venen).

Gestalt und Lage des Herzens.

§ 105. Gestalt und Lage des Herzens.

Das Herz ist ein Hohlmuskel, welcher in gleicher Weise wie die willkürlichen Muskeln aus quergestreiften Muskelfasern besteht, obschon die Muskelthätigkeit des

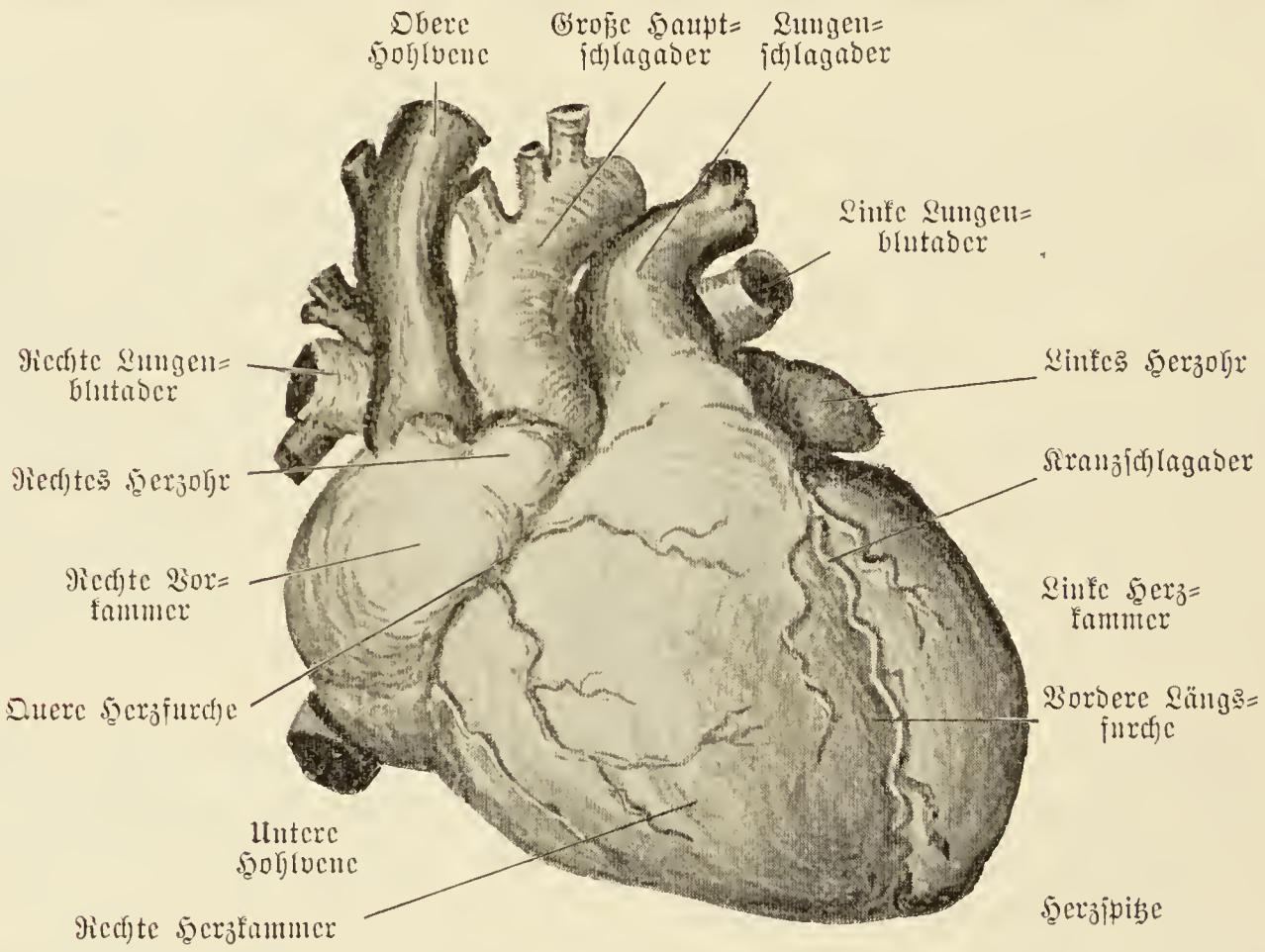


Fig. 279. Ansicht des Herzens und der abgeschnittenen großen Blutgefäße von vorne.

Herzens dem Einfluß unseres Willens entzogen ist. Die quergestreifte Muskulatur des Herzens weist jedoch manches besondere auf. Zunächst verlaufen die Muskelfasern des Herzens nicht parallel oder strahlig geordnet nebeneinander, sondern sind vielfach verästelt, netzartig verbunden und durcheinander verfilzt (siehe S. 108). Ferner haben die Muskelbündel des Herzens nur ganz feine oder gar keine häutigen Überzüge. Das Herzfleisch ist daher härter als das der anderen Muskeln. Gewisse Hauptfaserrichtungen lassen sich aber auch in der Muskulatur des Herzens erkennen, und zwar verlaufen dieselben in Form spiralig um die Hohlräume des Herzens angeordneter Schleifen. Diese Anordnung der Muskulatur bewirkt, daß das Herz seinen flüssigen Inhalt ringsum unter gleichen Druck nehmen und in die vom Herzen ab-

führenden Gefäße hineinpressen kann, so wie man einen rings mit der Hand umfaßten mit einer Öffnung versehenen Gummiballon ausdrückt.

Die gesamte Gestalt des Herzens (Fig. 279 u. 280) ist die eines unregelmäßigen Kegels, dessen breiterer und dickerer Teil, die Herzbasis nach oben rechts und hinten liegt, während die Herzspitze nach unten links und vorne gerichtet ist. Herzbasis und Herzspitze.

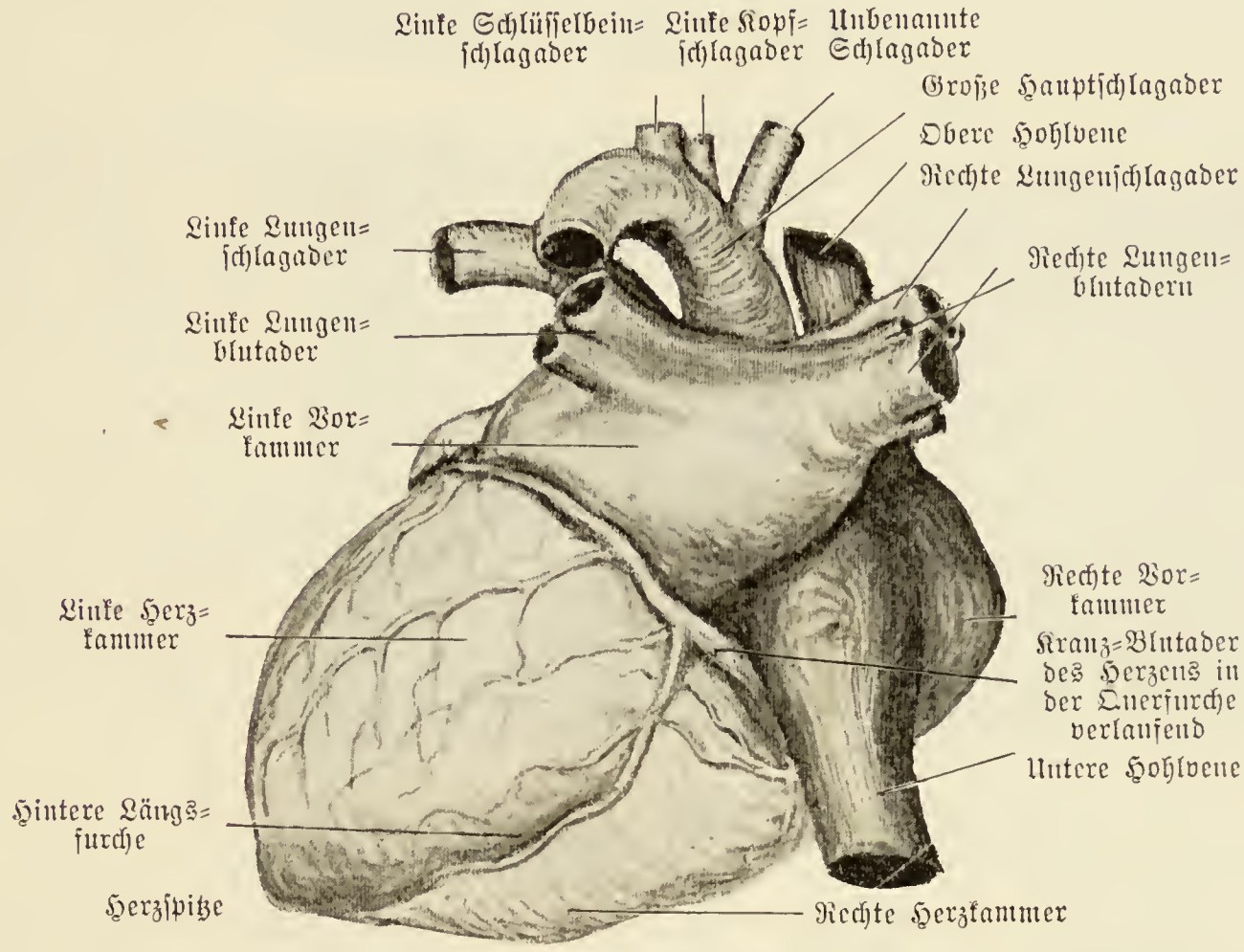


Fig. 280. Ansicht des Herzens und der abgeschnittenen großen Blutgefäße von hinten.

Über die Herzbasis erheben sich die großen zu- und abführenden Blutgefäße. Die vordere Fläche ist stärker gewölbt, die hintere Fläche platter. Von der Basis gegen die Spitze läuft als äußere Andeutung der im Inneren des Herzens liegenden und das Herz in eine rechte und eine linke Seitenhälfte teilenden Scheidewand eine Längsfurche. Senkrecht auf diese verläuft eine namentlich an der hinteren Fläche stark ausgesprochene Querfurche, welche das Herz in eine kleinere obere und eine untere größere Hälfte teilt. Die obere Hälfte ist der Vorkammerabschnitt, die untere der Kammerabschnitt. In den beiden Furchen verlaufen die den Herzmuskel selbst ernährenden Blutgefäße: die Kranzschlagader und die Blutadern des Herzens.

Die Größe des Herzens stimmt gewöhnlich überein mit der Größe der Faust. Die relative Größe des Herzens zur Körperlänge und zur Weite der großen Schlagadern ist aber in den verschiedenen Entwicklungszeiten und Lebensaltern eine verschiedene. Wir werden auf diese Verhältnisse, welche für die Wirkungsweise und die richtige Auswahl der Leibesübungen für die verschiedenen Altersstufen sehr wichtig sind, unten noch ausführlicher zurückkommen. Größe und Gewicht des Herzens.

Das Gewicht des Herzens beträgt bei Erwachsenen im Mittel gegen 300 g, es schwankt normal nach Krause zwischen 205 und 338 g. Bei Weibern ist das Herz kleiner und leichter, und zwar um 40—50 g bei Erwachsenen.

Das Herz ist in der Brusthöhle zwischen rechter und linker Lunge dicht hinter dem Brustbein etwas nach links hin gelagert. Die Basis liegt hinter dem Mittelstück des Brustbeins und den Knorpeln der 4. bis 5. Rippe, die Herzspitze liegt links Lage des Herzens.

zwischen oder hinter den Enden der 6. bis 7. Rippe. Die vordere gewölbte Fläche sieht gegen das Brustbein, die hintere plattere Fläche liegt auf dem sehnigen Mittelstück des Zwerchfells. Die rechts und links liegenden Lungenflügel bedecken die Vorderfläche des Herzens je nach ihrer Füllung mit Luft bei der Ein- und Ausatmung in verschiedener Ausdehnung.

Herzbeutel.

§ 106. Der Herzbeutel.

Das Herz wird nebst den Anfängen der großen mit ihm zusammenhängenden Blutgefäße umschlossen von einer sackartigen häutigen Hülle, dem Herzbeutel. Dieser vollkommen geschlossene Beutel besitzt ein äußeres und ein inneres Blatt. Das äußere Blatt hängt zusammen mit der äußeren Gefäßhaut der großen Blutgefäße, schlägt sich von da auf das Herz hinüber, und umkleidet dasselbe als inneres Blatt in Gestalt einer dünnen glatten mit der Herzoberfläche verwachsenen Haut. Unter dieser lagert sich, namentlich in den Furchen des Herzens und an der Herzspitze etwas Fett ab, welches bei fettreichen, körperlich wenig arbeitenden Personen leicht an Menge zunimmt und die Herzthätigkeit stört (Fettherz). In dem Herzbeutel, also zwischen dem äußeren und inneren Blatt befindet sich eine dickliche Flüssigkeit, kaum ein Löffel voll. Diese Herzbeutelflüssigkeit hält die Herzoberfläche glatt und schlüpferig, und erleichtert damit die Herzbewegungen. — Bei Herzbeutelentzündung oder Herzbeutelwassersucht wird der flüssige Inhalt des Herzbeutels stark vermehrt.

Innerer Bau des Herzens.

§ 107. Innerer Bau des Herzens.

Der Hohlraum des Herzens wird von oben nach unten durch eine — der äußeren Längsfurche entsprechende — Scheidewand durchzogen. Diese Scheidewand teilt das Herz in ein rechtes (oder Lungenherz), im Brustraum mehr nach vorn liegend, und ein linkes Herz (oder Aortenherz), welches ganz nach links liegt und nach hinten sich wendet. Durch eine, der Querfurche entsprechende Querscheidewand wird jede dieser Hälften geschieden in Vorkammer und Herzkammer. Wir zählen mithin am Herzen vier Abteilungen: eine rechte und eine linke Vorkammer, eine rechte und eine linke Herzkammer.

Vorkammern und Herzkammern.

Die Wände der Vorkammern sind wenig dick und erscheinen mehr häutig; die Wände der Herzkammer sind dagegen viel dicker und aus Muskelfleisch bestehend. Die Muskulatur der linken Herzkammer ist um das Dreifache stärker als die Muskulatur der rechten Herzkammer. Der Grund liegt darin, daß das linke Herz das Blut in den großen Kreislauf zu pressen hat; das rechte in den kleinen Kreislauf. Zur Füllung des großen Kreislaufs ist aber eine weit größere Arbeitskraft notwendig.

Die an der Basis des Herzens gelegenen, mit einer kleinen Ausstülpung, den Herzohren versehenen Vorkammern nehmen die großen Blutadern oder Venen auf. Und zwar münden in der rechten Vorkammer die obere und die untere Hohlvene, welche das Blutaderblut der oberen und der unteren Körperhälfte dorthin führen; in der linken Vorkammer münden die vier Lungenvenen mit dem aus den Lungen kommenden gereinigten Blute.

In jede der beiden Herzkammern führt hinein von der Vorkammer eine venöse Öffnung zum Zutritt des Venen- oder Blutaderblutes; aus jeder Herzkammer führt hinaus eine arterielle Öffnung, durch welche das Blut aus der Herzkammer in die Schlagader tritt, und zwar in die Lungenschlagader aus der rechten, in die Hauptschlagader des Körpers, die Aorta, aus der linken Herzkammer.

Die venöse Öffnung zwischen rechter Vorkammer und rechter Herzkammer kann geschlossen werden durch eine Klappe, die dreizipfelige Klappe. Dieselbe bildet ein häutiges Ventil, durch Sehnenfäden mit den muskulösen Hervorragungen der Innenwand der Herzkammer verbunden. Diese Klappe gestattet unbehindert den Blutzufluß von der Vorkammer zur Herzkammer. Sowie sich aber die Muskelwand der Herzkammer zusammenzieht, werden die Häute der Klappe zusammengedrängt und die Kammer gegen die Vorkammer abgeschlossen, so daß das auszutreibende Blut nur seinen Weg durch die arterielle Öffnung zur Schlagader nehmen kann (Fig. 281 u. 282). Dreizipfelige Klappe der rechten Herzkammer.

In gleicher Weise kann im linken Herzen die Verbindung mit der Vorkammer durch ein Klappenventil, die zweizipfelige Klappe (oder, weil einer Bischofsmütze, oder Mitra ähnlich gestaltet, Mitralklappe) geschlossen werden (Fig. 283).

Fig. 281. Rechte Vorkammer und Herzkammer. Die dreizipfelige Klappe geöffnet, die arterielle oder Schlagaderöffnung geschlossen.

Fig. 282. Rechte Vorkammer und Herzkammer bei Zusammenziehung der Kammerwand. Dreizipfelige Klappe geschlossen, Schlagaderöffnung offen.

Zweizipfelige Klappe der linken Herzkammer.

Auf dem genauen Schluß dieser Klappen bei der Zusammenziehung der Herzkammern beruht wesentlich das ungestörte Zustandekommen des Blutkreislaufs. Sind durch bestimmte Erkrankungen die Ränder dieser Klappen derart verändert oder verdickt, daß ein vollkommener Verschluß nicht stattfindet, besteht also ein Herzklappenfehler, so wird bei der Zusammenziehung der Herzkammern nicht das gesamte Kammerblut in die Schlagadern gepreßt, sondern ein Teil wird in die Vorhöfe zurückgeworfen. Daraus ergeben sich erhebliche Störungen — Stauungen — im Kreislauf durch das Adersystem. Bis zu einem gewissen Grade kann das Herz durch Verdickung seiner

Herzklappenfehler.

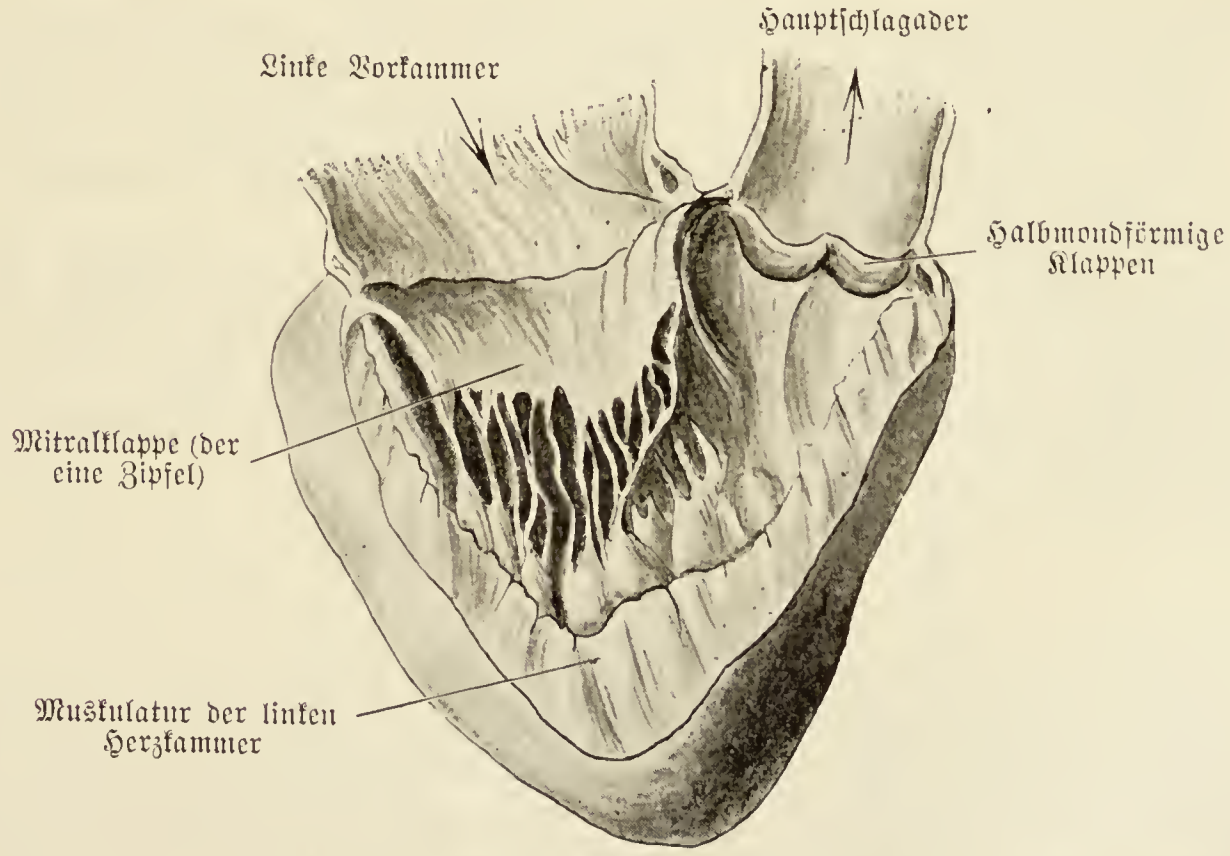
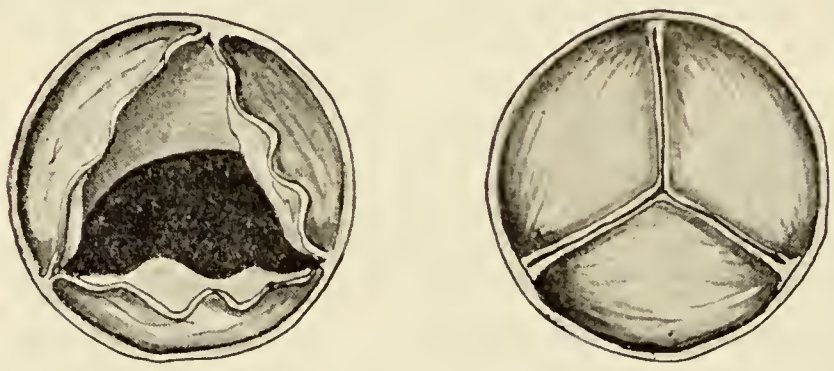


Fig. 283. Die linke Herzkammer geöffnet. Die Pfeile geben die Richtung des Blutstromes an.

Muskulatur und damit durch Mehrleistung oft für viele Jahre solche Störungen ausgleichen. Sobald aber außergewöhnliche Anforderungen an die Herzarbeit, z. B. durch starke Körperbewegungen, gestellt werden, ist es mit dieser ausgleichenden („kompensierenden") Thätigkeit vorbei, und die Störungen im Blutumlauf machen sich doppelt bemerkbar. Aus diesem Grunde dürfen bei vorhandenem Herzklappenfehler nur ganz leichte körperliche Übungen vorgenommen werden, alle heftigeren und kräftigen Übungen sind dann unbedingt schädlich. Schüler mit Herzfehler sind vom gewöhnlichen Turnunterricht eben so gut wie vom Spielen auszuschließen. Besonders verderblich ist hier auch das Radfahren, das Rudern und Schwimmen. Inwieweit mäßiges und genau nach Vorschrift betriebenes Bergsteigen bei Kreislaufstörungen von Nutzen sein kann, wird unten noch kurz besprochen werden.

Halbmondförmige Klappen.

Sowohl die von der rechten Herzkammer ausgehende Lungenschlagader, als die von der linken Herzkammer ausgehende Hauptschlagader besitzen ebenfalls Klappenventile an ihrer Ausmündungsstelle aus der Herzkammer. Diese halbmondförmigen Klappen haben die Form dreier der Schlagaderwand ringsum ansitzender halbmondförmig gestalteter Taschen. Strömt das Schlagaderblut bei Zusammenziehung der Herzkammerwände in die Schlagadern hinein, so legen sich diese Taschen an die Schlagaderwand an, so daß der Blutstrom ungehindert die Schlagadern hinaufgeht, ist aber die Zusammenziehung der Herzkammern beendet, sind die Herzkammern entleert, so verhindern diese Klappen ein etwaiges Zurückströmen des Schlagaderblutes, und zwar derart, daß die Taschen durch das zurückfließende Blut sich füllen, und sich so genau mit ihren Rändern zusammenlegen, daß die Verbindung nach der Herzkammer abgeschlossen ist (Fig. 284). Auch an diesen halbmondförmigen Klappen der großen Schlagadern können krankhafte Störungen einen vollkommenen Verschluß nach jeder Zusammenziehung des Herzens hindern, und damit schwerere Ungleichmäßigkeiten im Blutumlauf verursachen. Für diese Klappenfehler gilt also dasselbe was vorhin für die Klappenfehler an der zwei- und dreizipfeligen Klappe gesagt ist. Zu den Allgemeinerkrankungen, welche besonders häufig Herzfehler nach sich ziehen, gehören der Gelenkrheumatismus, Diphtherie und Scharlach. Sind solche Herzfehler vorab noch von geringfügigem Umfang, so bleiben sie oft eine Zeitlang unerkannt.



I. II.

Fig. 284. Durchschnitt durch das Rohr der Hauptschlagader über den halbmondförmigen Klappen. Bei I. sind die Klappen geöffnet, bei II. geschlossen.

Die vier häutigen Klappenventile des Herzens — an den beiden Mündungsstellen der Vorkammern in die Herzkammern, sowie an den Anfangsstücken der beiden großen Schlagadern — gestatten mithin eine Blutbewegung nur in einer Richtung, und zwar im Sinne des Blutkreislaufs, während sie sich einem Rückwärtsströmen des Blutes widersetzen.

§ 108. Die Schlagadern.

A. Allgemeines.

Die Schlagadern.

Die Schlagadern oder Pulsadern (Arterien) führen das Blut vom Herzen weg zu den einzelnen Organen. Sie haben die Eigenschaft, daß sie pulsieren und hellrotes Schlagaderblut führen. Nur die von der rechten Herzkammer ausgehende Lungenschlagader führt kein hellrotes, sondern dunkles Blutaderblut. Die Schlag-

adern stellen Röhren mit fester, gelblich weißer und sehr elastischer Wand dar. Nach Ablauf des kräftigsten Mannesalters, beginnen die Wände der Schlagadern, bei dem einen früher, bei dem andern später, an Elastizität einzubüßen. Es lagern sich in denselben Kalksalze ab. Namentlich die Schlagadern des Gehirns werden auf diese Weise brüchig, und können, meist bei gegebenem Anlaß, der Blutdruck und Blutfülle im Gehirn stark steigert, zerreißen und so Gehirnschlag herbeiführen.

In dem Gefäßrohr der Schlagadern liegen — als mittlere Gefäßhaut — überall organische oder glatte Muskelfasern, welche bei starker Zusammenziehung das Gefäßrohr verengen, so daß zu dem Bezirk, welchen das betreffende Gefäß mit Blut versorgt, weniger Blut gelangt, während bei Erschlaffung der Muskeln umgekehrt das Gefäß sehr weit, der von ihm versorgte Bezirk sehr blutreich wird. Vom Zentralnervensystem abgehende unwillkürliche Nerven beherrschen diesen Muskelapparat. Derselbe tritt namentlich bei der mechanischen Wärmeregulierung des Körpers durch die Haut (s. unten) bedeutungsvoll in die Erscheinung.

Die Schlagaderstämme sind um so stärker, je näher sie dem Herzen liegen. Sie verzweigen sich in immer dünnere Stämmchen wie die Äste eines Baumes, und gehen dann schließlich in die feinsten Haargefäße über.

Zwischen den kleineren Schlagadern bestehen quere Verbindungen, wodurch Ungleichheiten im Blutstrom verhindert werden. Wird eine kleinere Schlagader verschlossen (z. B. durch Durchschneidung, Unterbindung u. dergl.), so wird der sonst von ihr mit Blut versorgte Bezirk mittels der Verbindungen mit benachbarten kleinen Schlagadern weiter ernährt.

B. Die wichtigsten Schlagadern des Körpers (Fig. 285).

Hauptschlagader oder Aorta.

1. Die große Hauptschlagader (Aorta). Dieselbe bildet den Stamm aller Schlagadern des großen Kreislaufs. Sie steigt vom linken Herzen aus zunächst aufwärts (aufsteigender Teil), biegt sich dann im Bogen über den linken Ast der Luftröhre nach links und hinten (Bogen der Aorta), läuft an der Wirbelsäule entlang nach abwärts (absteigender Teil), durchbohrt das Zwerchfell, und gelangt so bis zum 4. Lendenwirbel, wo sie sich gabelförmig in zwei große Äste: die Hüftschlagadern teilt.

Aus dem aufsteigenden Teil entspringen die ernährenden Schlagadern des Herzmuskels selbst: die beiden Kranzschlagadern.

Kranzschlagadern.

2. Aus dem Bogen der Hauptschlagader entspringen die zum Kopf und den oberen Gliedmaßen gehenden Schlagaderstämme, und zwar so, daß die rechte Kopfschlagader, sowie die rechte Schlüsselbeinschlagader aus einem gemeinsamen Stamme, der unbenannten Schlagader entspringen, während links die Kopf- und die Schlüsselbeinschlagader jede für sich aus dem Aortenbogen abgehen. — Dies Verhältnis ist nicht immer dasselbe: es kommen verschiedenerlei Abweichungen von dieser Art des Ursprungs vor. Da die Ursprungsweise dieser Schlagadern in Verbindung gebracht wird zu der Bevorzugung und stärkeren Entwicklung des rechten Arms und der rechten Hand, so werden wir unten eine besondere Betrachtung darüber beifügen.

Kopfschlagader.

Die Kopfschlagader (carotis) steigt am inneren Rande des Kopfnickers in die Höhe, und ist vor der Mitte dieses Muskels durch den prüfenden Finger in der Tiefe deutlich die Pulsierung der Ader zu fühlen. Die Kopfschlagader teilt sich sodann am Halse in eine äußere und eine innere Kopfschlagader. Letztere geht hinauf zum Gehirn, erstere versorgt die Halsorgane und das Gesicht mit seinen Höhlen, — mit Ausnahme der Augenhöhle, deren Schlagader aus der inneren Kopfschlagader,

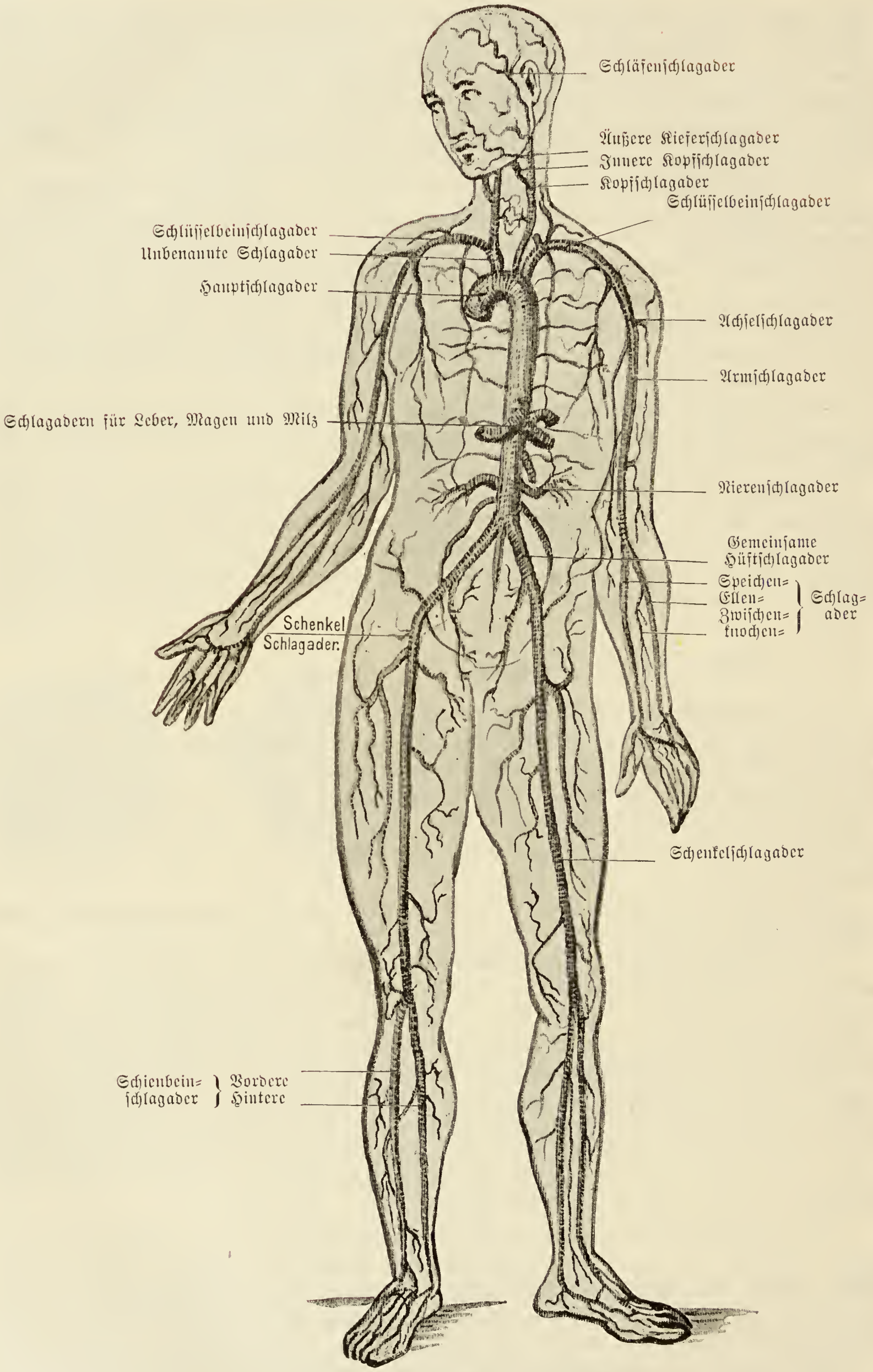


Fig. 285. Übersicht der Hauptschlagadern des Körpers.

also aus der Schädelhöhle heraus kommt; daher Blutüberfüllung der Augen Blutüberfüllung im Gehirn anzeigen kann (rot unterlaufene Augen).

Die Schlüsselbeinschlagader, rechts also aus der unbenannten Schlagader, links aus dem Aortenbogen kommend, verläßt die Brusthöhle, indem sie über die erste Rippe hinweggeht und hinter das Schlüsselbein tritt. Das Gefäß geht dabei zwischen dem vorderen und mittleren Rippenheber hindurch. Diese Lage der Schlagader ermöglicht es, daß die Ader in der Oberschlüsselbeingrube, an einer etwas nach innen von der Mitte des Schlüsselbeins gelegenen Stelle gegen die unterliegende erste Rippe angedrückt und geschlossen werden kann. Der drückende Finger, oder ein fester stumpfer Gegenstand wird dabei hinter dem Schlüsselbein in die Tiefe gedrückt. — Die Schlüsselbeinader giebt von Ästen ab die Wirbelschlagader, welche durch die Löcher in den Querfortsätzen der Halswirbel zur Schädelhöhle tritt, sowie Äste für die Hals- und Nackengegend.

Schlüsselbeinschlagader.

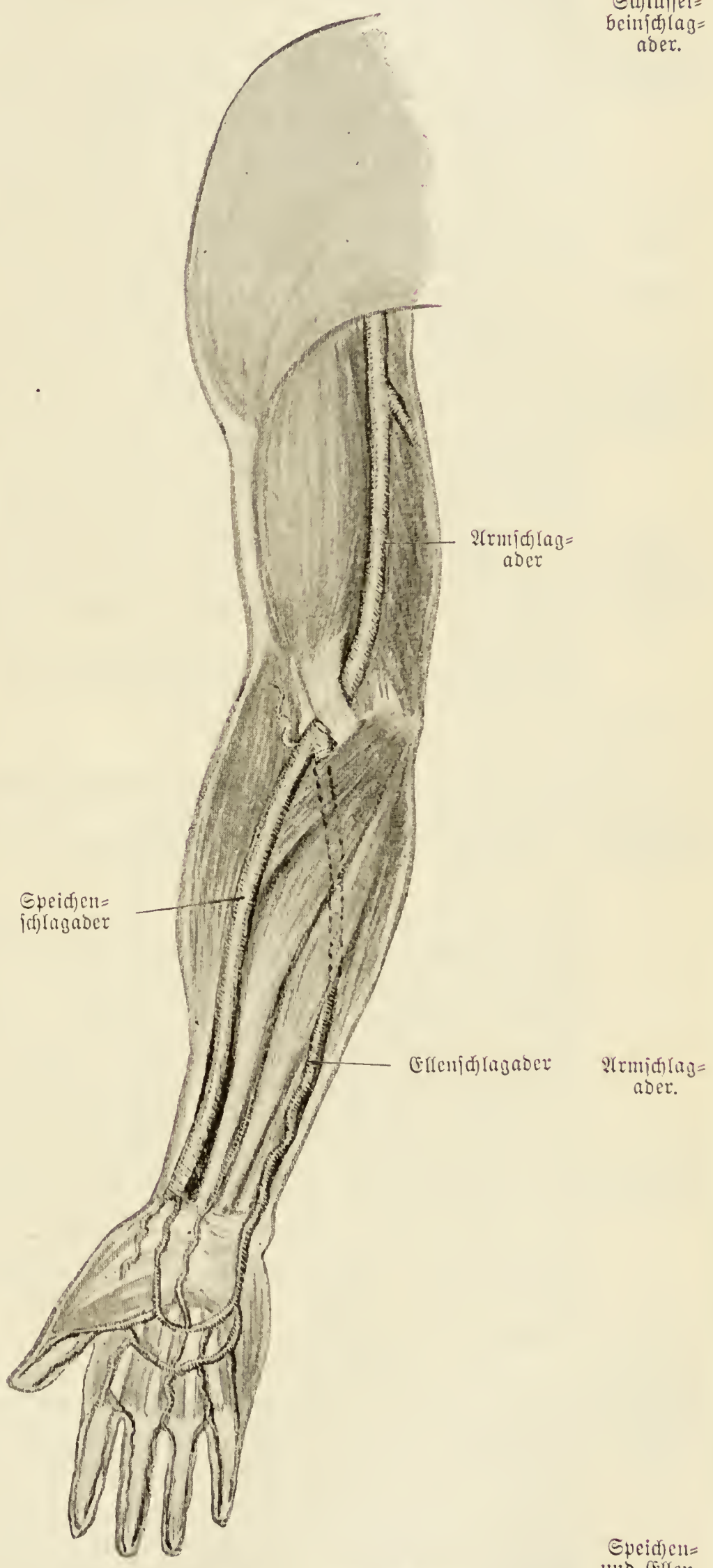


Fig. 286. Die Schlagadern des Armes.

Unter dem Schlüsselbein her geht die Schlüsselbeinschlagader als Achselschlagader in die Tiefe der Achselhöhle, wo man sie an der vorderen äußeren Grenze des Haarwuchses pulsieren fühlen kann.

Unterhalb des Schultergelenks heißt das Gefäß Armschlagader (Fig. 286) und verläuft am inneren Rande des zweiköpfigen Armbeugers mit einem Bündel von Nerven und Blutaderstämmen in einer Furche hinab zur Ellenbogenbeuge. Auf diesem Wege läßt sich die Ader — welche der aufgelegte Finger deutlich pulsieren fühlt — leicht gegen den Oberarmknochen andrücken und zusammenpressen, was zur Stillung von Schlagaderblutungen im Bereiche des Unterarms und der Hand sehr wichtig ist.

In der Ellbogenbeuge teilt sich die Armschlagader in zwei Zweige: die Speichen- und die Ellenschlagader. Erstere geht an der Daumen-, letztere an der kleinen Fingerseite zur Hand hinab, wo sie sich mit ihren Endästen zu mehreren Gefäßbogen in der Hohlhand wie auf dem Handrücken vereinen. — Die Speichen-

Speichen- und Ellenschlagader.

schlagader liegt unmittelbar vor dem Handgelenk, nach innen von der Sehne des Speichenhandbeugers ganz oberflächlich: daher diese Stelle zum Fühlen des Pulses bevorzugt wird. —

Brust- und Bauchschlagadern.

Die Äste der Hauptschlagader in der Brust versorgen die Brustorgane und die Rumpfwandungen; in der Bauchhöhle unterhalb des Zwerchfells gehen ab von der Bauchaorte starke Äste für die Verdauungsorgane (Magen, Darm, Leber, Milz) sowie die Nierenschlagadern zu den Nieren (Ausscheidung des Harns).

Hüftschlagader.

Die Hauptschlagader (oder Bauchaorta) teilt sich schließlich in die beiden gemeinsamen Hüftschlagadern, und jede dieser in die innere Hüftschlagader, die zu den Beckenorganen geht und die äußere Hüftschlagader.

Schenkelschlagader.

Letztere tritt als Schenkelschlagader unter dem Poupartischen Bande her zum Oberschenkel, und tritt abwärts, die großen Anziehermuskeln durchbohrend, in die

Vordere und hintere Schienbeinschlagader.

Tiefe der Kniekehle. Unterhalb des Kniegelenks teilt sie sich in die vordere und hintere Schienbeinschlagader, von denen die erstere über dem Sprunggelenk zum Fußrücken verläuft, während die hintere Schienbeinschlagader unter dem inneren Knöchel zur Fußsohle geht. Ähnlich wie in der Hand verbinden sich die Endäste bei der Schlagader zu einem oberflächlichen und tiefen Gefäßbogen in der Fußsohle.

Lage der Schenkelschlagader in der Schenkelbeuge.

Betreffs des Durchtritts der Schenkelschlagader unter dem Poupartischen Band sei noch bemerkt, daß die Schlagader unter der Mitte des Bandes hervorkommt, wo ihr Puls deutlich zu fühlen ist, und daß durch entsprechenden Druck das Gefäß hier gegen den unterliegenden Oberschenkelknochen zusammengepreßt werden kann zur Stillung von Schlagaderblutungen bei Beinverletzungen.

§ 109. Der Ursprung der Schlüsselbeinschlagadern aus dem Aortenbogen und seine Beziehung zur Rechts- und Linkshändigkeit.

Rechts- und Linkshändigkeit.

Unser Körper scheint in seiner knöchernen Grundlage, dem Skelett, sowie der Skelettmuskulatur durchaus symmetrisch gebaut. Eine Ausnahme hinsichtlich dieser Symmetrie machen bestimmte Eingeweide. Das Herz liegt mehr in der linken Brusthälfte; die Leber liegt auf der rechten, die Milz auf der linken Seite; das Zwerchfell ist rechts höher gewölbt usw. Alle diese Ungleichheiten im Körperinnern sind indes ohne Einfluß auf die äußere Körperform.

Bevorzugung der rechten Körperseite.

Sehen wir indes bei letzterer näher zu, so ist auch hier die Symmetrie keine ganz gleichmäßige: die rechte Seite ist bei den meisten Menschen bevorzugt. Die Muskeln des rechten Armes sind nach E. Weber durchschnittlich um 6 Prozent, die des rechten Beines um 7 Prozent an Gewicht schwerer, also stärker, als die Muskeln des linken Armes oder des linken Beines. Ähnlich stärker sind auch die Knochen des rechten Armes. Der rechte Arm ist beim Erwachsenen um 4—6 mm länger als der linke.

Größere Gebrauchsfähigkeit des rechten Armes.

Viel auffallender aber ist, daß der rechte Arm nicht nur ein wenig kräftiger, sondern daß er auch viel geschickter und gebrauchsfähiger ist als der linke. Diese Ungleichheit ist aber nicht etwa entstanden durch Gewohnheit, Erziehung und Übung, d. h. durch überwiegenden Gebrauch der rechten Hand und des rechten Armes zu allerlei Hantierungen des Lebens, sondern sie beruht auf bestimmten anatomischen Ursachen. Schon beim Neugeborenen ist etwas stärkere Entwicklung des rechten Armes nachweisbar — ist also angeboren. Es sind aber durchaus nicht alle Menschen rechtshändig, sondern einzelne bevorzugen die linke Hand, wo es nur angeht, trotz der Erziehung und Übung, welche den Gebrauch der rechten Hand zu zahlreichen

Hantierungen des Lebens, wie Essen, Schreiben, Zeichnen, Schneiden usw. vorschreibt, und trotz des Umstandes, daß zahlreiche Instrumente für die rechte Hand berechnet sind, wie der Bohre, die Schraube, die Schere, die Flinte usw. In solchen Ausnahmefällen ist die linke Hand von vornherein kräftiger und geschickter. Es giebt endlich auch Menschen, welche rechts wie links gleich geschickt sind. Der französische Gelehrte Malgaigne fand unter 182 Personen fünf linkshändige (also $2^1/_2$ bis $3\,\%$), und zwei, die rechts wie links gleich geschickt waren. — Der vorwiegende Gebrauch der rechten Hand findet sich bei allen Kulturvölkern bis ins graue Altertum. Auf den ältesten bildlichen Darstellungen werden die Hauptwaffen, Schwert und Speer, mit dem rechten Arm gehandhabt. Auch im Sprachgebrauch gilt „linkisch“ als ungeschickt, während etwas „recht“ oder „richtig“ machen (auf lateinisch heißt dexter rechts und dexteritas Geschicklichkeit) auf den Vorzug der rechten Seite hinweisen.

Blutzufuhr zum rechten Arm.

Die stärkere Entwicklung der rechten Seite hängt für den Arm wenigstens zusammen mit den Verhältnissen der Blutzufuhr zum rechten Arm: Die aus der unbenannten Ader entspringende *rechte* Schlüsselbeinschlagader liegt näher am Herzen, ist auch weiter, als die entfernter vom Herzen aus dem Aortenbogen entspringende *linke* Schlüsselbeinschlagader. Ihr Blut kreist also unter höherem Druck vom Herzen her: der ernährende Blutstrom, der zum rechten Arm geht, übertrifft an Stärke den des linken Armes. Daraus erklärt sich schon, daß der rechte Arm an Kraftfülle und Leistungsfähigkeit bei der weit überwiegenden Mehrzahl der Menschen den linken übertrifft.

Abweichungen im Ursprung der Kopf- und Schlüsselbeinschlagadern.

Nun unterliegt aber die Art, wie die Armschlagadern von der Hauptschlagader (am Aortenbogen) abgehen, häufig Abweichungen. Entweder entspringen auch rechts Kopfschlagader und Schlüsselbeinschlagader gesondert aus dem Aortenbogen; oder links befindet sich ebenfalls eine unbenannte Ader als gemeinsamer Ursprung dieser Gefäße u. dergl. Bei zwei von hundert Menschen findet sich aber eine Abweichung derart, daß die *rechte* Schlüsselbeinader *hinter* der linken, d. h. *entfernter* dem Herzen entspringt. Hier ist es also die *linke* Schlüsselbeinschlagader, welche dem Herzen näher entspringt, und unter höherem Druck vom Herzen her steht, es ist hier der linke Arm, welcher stärkere Blutzufuhr erhält. Nicht nur daß der Prozentsatz dieser Abweichung auch der Verhältniszisser der Linkshänder zu den Rechtshändern entspricht, sondern thatsächlich ist in mehreren Fällen gerade diese Abweichung in der Lage dieser Blutgefäße bei den Leichen solcher Menschen gefunden worden, welche während ihrer Lebenszeit ausgesprochene Linkshänder waren. Somit beruht die größere Kraft und Geschicklichkeit des rechten Armes und der rechten Hand ebensowohl wie die selten vorkommende größere Leistungsfähigkeit der linken Hand auf Ursachen, welche mit großer Wahrscheinlichkeit *von vornherein* im Körperbau des Menschen begründet sind.

Inwiefern hiermit auch die stärkere Entwicklung des rechten Beins in Zusammenhang steht, mag hier unerörtert bleiben.

Ungleichheit von rechter und linker Körperseite.

Haben wir diese Ungleichheit von rechter und linker Körperseite als einen Mangel oder als einen Vorzug zu betrachten? Ich meine als letzteres, und zwar aus folgenden Gründen. Die Vervollkommnung aller Lebewesen beruht auf dem Prinzip der Arbeitsteilung. Nun dienen die Gliedmaßen der Wirbeltiere vorzugsweise der Fortbewegung. Diejenigen Tiere, bei welchen dieser Zweck so gut wie ausschließlich vorherrscht, sind die wehrlosesten z. B. die Ein- und Zweihufer. Das Gebiß, sowie bei manchen der mit Horn oder Geweih bewaffnete Kopf sind fast ihre einzige und recht ungefüge Waffe. Anders, wenn schon die Tatze zum Schlagen, Fassen und Reißen benutzt werden kann. Indes beim Menschen tritt erst eine Arbeitsteilung der Gliedmaßen derart ein, daß der Fuß der Fortbewegung allein dient, während die

Hand, das unvergleichliche „Werkzeug aller Werkzeuge“, wenn von entsprechender Intelligenz geleitet, den Menschen zum thatsächlichen Herrn der Schöpfung erhebt. Zwar ist der Affe anscheinend — denn die Hinterhände der Affen haben anatomisch den Bau von Füßen — sogar mit vier Händen versehen, aber selbst die so geschickten Vorderhände des Affen in ihrem langen schmalen Bau, mit dem kurzen Daumen, den dünnen-welken und runzligen Ballen, sind doch nur ein Zerrbild der edlen Menschenhand, sind vorzugsweise Greif- und Kletterorgane und dienen vornehmlich der Ortsbewegung (s. o. Fig. 128). Die Menschenhand dagegen dient ja auch gelegentlich einmal, beim Klettern, Hangeln, Kriechen, Schwimmen usw. zur Ortsbewegung — indes das will sehr wenig besagen gegenüber der Verwendung der Hand in ihrer bewunderungswürdigen Fertigkeit zu den mannigfachsten Hantierungen des Lebens.

Nun werden aber zu den kunstfertigsten Arbeiten die Hände meist so gebraucht, daß die eine Hand, und zwar die rechte, die eigentliche feinere Arbeit ausführt, während der linken mehr die unterstützende Rolle des Handlangers, die Thätigkeit des Haltens, des Zulangens usw. zufällt. Während die Rechte schreibt oder zeichnet, hält die Linke das Blatt oder Heft; während die Rechte näht, spannt und hält die Linke den Saum; während die Rechte malt, trägt die Linke Palette und Malstock usw. Am Klavier fällt der Linken die „Begleitung“ zu; an der Violine umgreift sie die Saiten, während die Rechte den Bogen führt — kurz, in den meisten Fällen hat die Linke die Rechte in ihrer Thätigkeit zu unterstützen, ist die Dienerin der Rechten. Diese Arbeitsteilung zwischen rechter und linker Hand — bei keinem Tiere bestehen solche Unterschiede im Gebrauch der vorderen Gliedmaßen — ist es, welche die Gebrauchsfähigkeit und Geschicklichkeit der Menschenhände so außerordentlich gesteigert hat. An diese Bevorzugung der rechten Hand ist unser Auge gewöhnt und auf dieselbe eingelernt, eben darnach ist unser Handwerkszeug eingerichtet und gebaut. Welcher Verlust an Zeit und Mühe wäre es, und wieweit würden wir in der Entwicklung der Handfertigkeit zurückbleiben, sollte jede Hantierung gleicherweise mit der Rechten wie mit der Linken — etwa der harmonischen Ausbildung wegen — gelernt werden; sollten wir sowohl mit der rechten Hand nach rechts wie mit der linken nach links, also in „Spiegelschrift“, schreiben lernen, oder zeichnen, nähen, schneiden usw. Bezüglich der Schrift müßte unser Auge dann erst mühsam lernen, auch nach links hin mit der Linken geschriebene Schrift zu lesen. Dies ist außerordentlich schwierig; wo uns solche Linksschrift vorkommt — der große Lionardo de Vinci schrieb seine umfangreichen Handschriften in Spiegelschrift mit der linken Hand — halten wir sie bekanntlich vor den Spiegel, um im letzteren die so in Rechtsschrift verwandelten Buchstaben und Wörter zu entziffern.

Die Arbeitsteilung zwischen rechts und links ist ein mächtiges Mittel zur Steigerung menschlicher Geschicklichkeit gewesen — und daher als ein großer Vorzug zu betrachten.

Einseitig ausgeführte Übungen.

Auf unseren Übungsplätzen werden manche Fertigkeiten ebenfalls nur rechts — eine Ausnahme machen die wenigen linkshändigen Turner und Spieler — ausgeführt. Den Ball, den Ger, den Diskus, die Kugel, den Stein schleudern, werfen oder schlagen wir mit der Rechten; Säbel und Stoßfechtel führen wir mit der Rechten; den Pfeil senden wir mit der Rechten vom Bogen, drücken den Hahn an Armbrust und Flinte mit dem rechten Zeigefinger und zielen über das Korn mit dem rechten Auge usw.

Wenn beim Turnen im engeren Sinne auch der Grundsatz befolgt wird, jede Übung widergleich, d. h. rechts und links auszuführen, so ist es zwecklos, diesen Grundsatz auch bei solchen gymnastischen Fertigkeiten durchzuführen, die als Brauchkunst im Leben verwertet, nicht anders als mit Bevorzugung der rechten Seite ausgeführt werden. Im Gegenteil, bei allen Übungen, wo infolge der vorhandenen

Naturanlage die Ausführung mit stets derselben Körperseite bevorzugt wird und besser gelingt, giebt einseitige Übung die größte Leistungsfähigkeit. Letztere bleibt hinter der möglichen Leistungshöhe zurück durch unbedingte Befolgung des Grundsatzes beidseitiger Übung.

Daher ist für den Wurf in seinen mannigfachen Formen, für das Schlagen und Fechten, für den Sprung — Freisprung wie Stabsprung — und ähnliche Übungen die Forderung beidseitig gleicher Ausbildung zwecklos und ein Hemmnis für die volle Entwicklung der Leistungsfähigkeit.

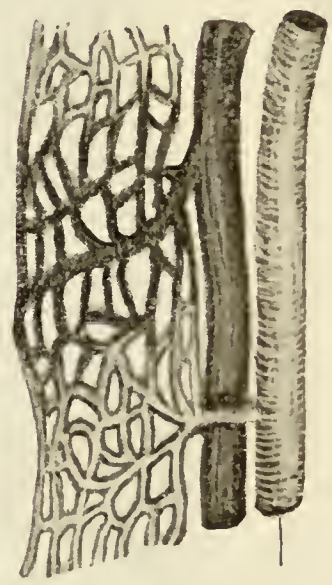
Für Übungen dagegen, bei welchen nicht ein bestimmtes Ergebnis das wichtigere, sondern das Übungsziel in der Kräftigung bestimmter Muskelgruppen, in der Erhöhung der prompten Zusammenarbeit zahlreicher Bewegungsnerven liegt, ist mit vollem Recht gleiche Ausbildung rechts wie links zu fordern.

§ 110. Die Blutadern oder Venen.

Die Blutadern.

Indem die Schlagadern sich mehr und mehr verästeln, und zu immer feineren Zweigen werden, lösen sie sich schließlich in das engmaschige Netz der Haargefäße auf (Fig. 287). In der Anordnung seiner Maschen paßt sich das Haargefäßnetz der Art des Gewebsbaues an. In den faserigen Muskeln und Nerven erscheinen die Haargefäße langgestreckt, in den Geweben mancher Drüsen umschließen sie rundliche Räume. Die Haargefäße sammeln sich nun weiterhin zu Blutaderstämmchen; sie bilden also gewissermaßen die Wurzeln der Blutadern.

Haargefäße.



B S

Fig. 287. Ast eines Schlagaderstämmchens (S) der sie in Haargefäße auflöst. Dieselben sammeln sich in der kleinen Blutader B (bei stärkerer Vergrößerung).

Die Blutadern *(Venen)* sind zahlreicher als die Schlagadern. Ihre Wand ist dünn und dehnbar. Sie zeigen keine Pulsbewegung. Das in ihnen befindliche Blut ist — mit Ausnahme der Lungenvenen, welche hellrotes, in den Lungen bereits gereinigtes Blut führen — *dunkelrot* gefärbt.

Die *tiefer* im Körpergewebe belegenen Schlagadern werden gewöhnlich von zwei Blutadern begleitet; außerdem besteht dicht unter der Haut im Unterhautzellgewebe ein reich entwickeltes Netz von Blutadern (Hautvenen). Man sieht dieselben als bläuliche Streifen oder gar als dicke blaue Stränge deutlich unter der Haut hervorschimmern. Namentlich schwellen sie an bei starker körperlicher Arbeit, und hier besonders dann, wenn diese Arbeit mit dem Vorgang der Pressung (Anstrengung) verbunden ist, weil hier das rechte Herz an der Entleerung seines Inhalts behindert ist, so daß das Blut in dem Blutadersystem zurückgestaut wird. So treten die Hautblutadern prall gefüllt unter der Haut hervor am Arme, am Hals und am Kopf z. B. beim anstrengenden langsamen Heben einer schweren Hantel und ähnlichen Leistungen (Fig. 288).

Tiefliegende Blutadern.

Oberflächlich gelegene Blutadern (Hautvenen).

Diese *oberflächlichen* Blutadern sind durch zahlreiche Zwischenäste mit den tiefliegenden Blutadern vielfach verbunden.

Das Blut in den Blutadern fließt nach dem Herzen hin sehr träge, so daß die Blutbewegung hier sehr leicht Störungen ausgesetzt ist. Der Blutstrom in den Blutadern wird aber dadurch unterstützt, daß sich in den Blutadern, namentlich der Gliedmaßen *Klappen* befinden, säckchenartige Faltungen der inneren Venenhaut. Dieselben sind so gerichtet, daß sie den Zustrom des Blutaderblutes zum Herzen nicht hindern, sich dagegen füllen und das Gefäß verschließen, sobald das Blutaderblut in der um-

Blutaderklappen.

gekehrten Richtung strömen will zeigt sich bei starker Füllung — (Fig. 289). An manchen oberflächlichen Blutadern z. B. auf dem Handrücken und der Innenseite des Unterarmes bei herabhängendem Arm — die Lage solcher Venenklappen in Form von knötchenförmigen Erhabenheiten angedeutet.

Fig. 288. Die oberflächlichen Blutadern des Armes.

Hohlvenen.

Die Blutadern des Körpers fließen — abgesehen von den Lungenblutadern — zuletzt zusammen zu den beiden großen Hohlvenen, und zwar führt die obere Hohlvene das Blut aller Blutadern der oberhalb des Zwerchfells gelegenen Körperteile; die untere Hohlvene das Blut der unterhalb des Zwerchfells gelegenen Blutadern.

Pfortadersystem.

Einen besonderen Verlauf nehmen die Blutadern der Baucheingeweide, bevor sie ihr Blut dem der unteren Hohlvene beimischen. Sie sammeln sich nämlich in einem gemeinsamen Stamme, der Pfortader. Dieselbe verästelt sich in der Leber von neuem, und löst sich in Haargefäße auf, welche die Leberläppchen umspinnen. Hier sondert die Leber bestimmte Stoffe aus dem Pfortaderblut ab und bereitet aus einem Teil dieser Stoffe die Gallenflüssigkeit. Diese Haargefäße sammeln sich sodann wieder zu neuen Blutadern, und letztere sammeln sich zu den Lebervenen, welche in die untere Hohlader münden.

§ 111. Der Kreislauf des Blutes.

Der Weg, den das Blut durch das geschlossene Röhrensystem des Herzens, der Pulsadern, der Haargefäße und der Blutadern nimmt, ist im vorhergehenden schon angedeutet. Man nennt diese Bewegung der Blutmasse den Kreislauf des Blutes, und unterscheidet einen großen und einen kleinen Kreislauf (Fig. 290).

Der Blutkreislauf.

Großer Kreislauf.

1. Der große Kreislauf. Das aus den Lungen kommende sauerstoffreiche hellrote Blut (dasselbe hat etwa die Farbe feinen roten Siegellacks) geht von der linken Herzvorkammer in die linke Herzkammer, und wird durch deren Zusammenziehung in die große Hauptschlagader gepreßt, welche das Blut zu den Schlagadern des Körpers befördert. Die größeren Schlagaderstämme teilen sich in immer feinere Schlagadern, und diese endlich lösen sich auf in die allenthalben im Körper vorhandenen Haargefäße, die so dicht sind, daß der Stich einer feinen Nadel an keiner Körperstelle tiefer eindringen kann ohne auf Haargefäße zu treffen und diese zu verletzen, so daß Blut austreten oder doch ausgepreßt werden können. In

tropfen aus solcher Stichöffnung den Haargefäßen ist es, wo das Blut an die Körpergewebe Sauerstoff und Nährstoffe

abgiebt, und dafür Kohlensäure und andere verbrauchte Stoffe zur Ausscheidung aufnimmt. Durch die Sauerstoffabgabe und Kohlensäureaufnahme verändert das Blut in den Haargefäßen seine Farbe: es wird dunkelrot (etwa von der Farbe gewöhnlichen Pack-Siegellacks). Die Haargefäße sammeln sich nun weiterhin zu kleinen Blutadern — den „Blutaderwurzeln" — und letztere zu größeren Blutadern, die schließlich sich immer weiter zu großen Blutaderstämmen vereinend das gesamte Blutaderblut in den beiden Hohlvenen zum Herzen führen; und zwar sammelt die untere Hohlvene das Blut der unterhalb des Zwerchfells, die obere Hohlvene das Blut der oberhalb des Zwerchfells gelegenen Körperblutadern. Die Hohlvenen ergießen ihr Blut in die rechte Herzkammer. Damit ist der große Kreislauf abgeschlossen.

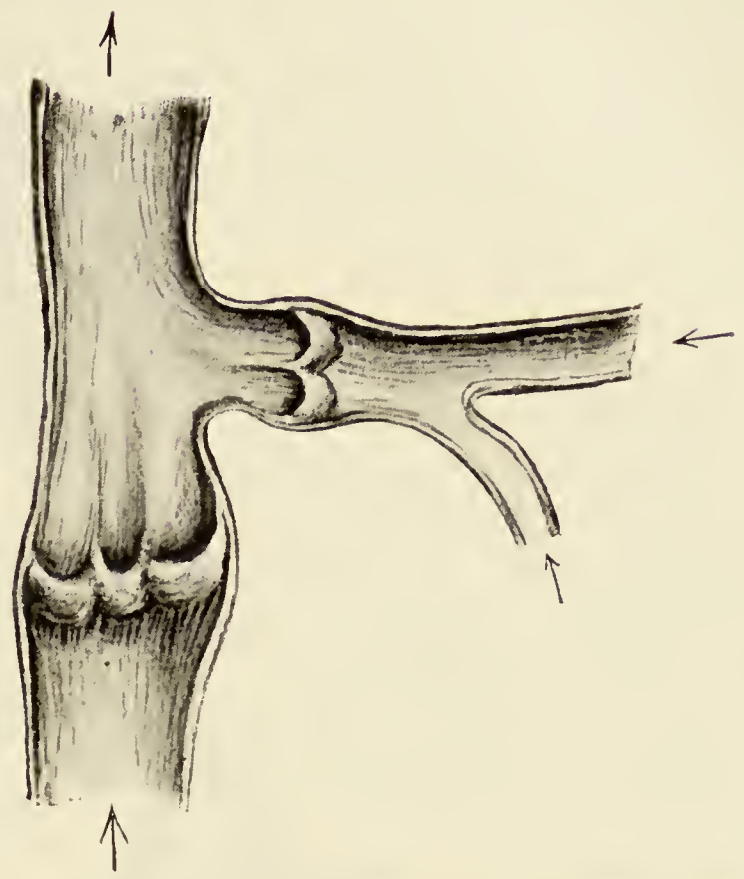


Fig. 289. Klappen einer aufgeschnittenen größeren Blutader, in die eine kleinere Blutader seitlich einmündet. — Die Pfeile geben die Richtung des Blutstromes an.

Kleiner Kreislauf.

2. Der kleine Kreislauf. Das dunkle Blutaderblut nimmt seinen Weg weiter von der rechten Herzvorkammer zur rechten Herzkammer, und diese preßt das Blut in die Lungenschlagader, welche also im Gegensatz zu den Körperschlagadern nicht hellrotes sondern dunkles Blutaderblut führt. Die Lungenschlagader verzweigt sich baumförmig in den Lungen und löst sich in Haargefäße auf, welche die Lungenbläschen umspinnen. Hier findet nun eine Reinigung des Blutes derart statt, daß der frisch eingeatmeten Lungenluft Sauerstoff entnommen, und Kohlensäure zur Herausbeförderung mittels der Ausatmung an dieselbe abgegeben wird. Dadurch gewinnt das Blut in den Haargefäßen der Lunge eine hellrote Farbe. Diese Haargefäße mit gereinigtem sauerstoffreichen Blut sammeln sich zu den kleineren Lungenblutadern und diese zu größeren Stämmen, den Lungenvenen, welche in die linke Herzvorkammer münden. Damit ist der kleine Blutkreislauf beendet und es beginnt wiederum der große Blutkreislauf vom linken Herzen aus.

Das linke Herz beherrscht also den großen Blutkreislauf, das rechte den kleinen. Es sind zwei verschiedene Stellen des Blutkreislaufs, an denen die Triebkraft des rechten und die des linken Herzens eingreift. Zwei an getrennten Orten arbeitende Muskeln sind mithin im Herzen räumlich zu einem Organ verbunden — und zwar, weil die beiden Herzhälften gleichsinnig und gleichzeitig zu arbeiten haben. Nur dadurch, daß mit jeder Herzzusammenziehung gleichzeitig eine gleiche Menge Blut von der rechten Herzkammer in die Lungenschlagader, von der linken Herzkammer in die große Körperschlagader geworfen wird, und daß gleichzeitig während der Herzerschlaffung, die nach jeder Herzzusammenziehung folgt, die rechte wie die linke Herzvorkammer mit Blut — jene aus den Hohl-, diese aus den Lungenvenen — sich füllen, ist der große wie der kleine Blutkreislauf ein ununterbrochen gleichmäßiger.

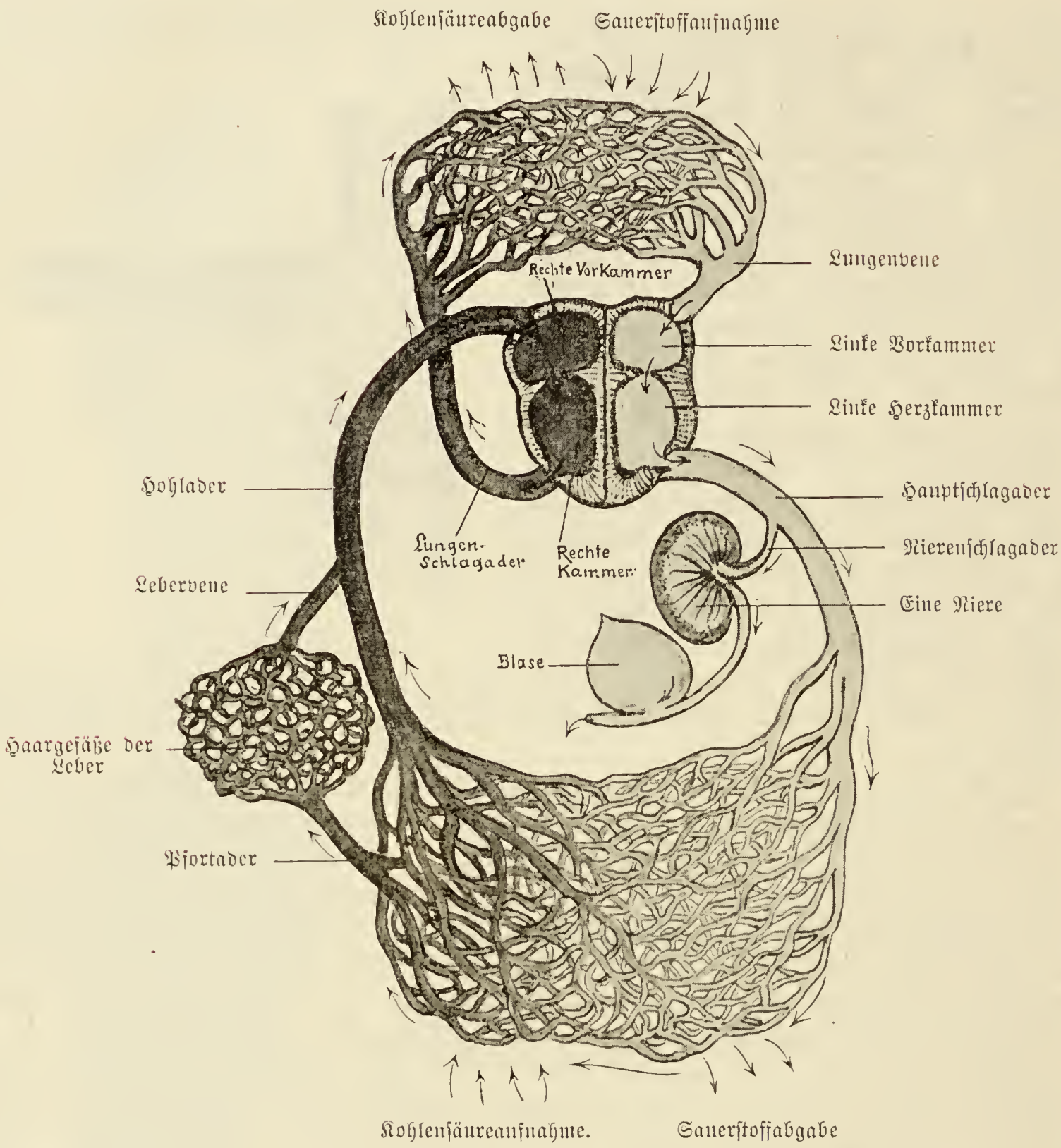


Fig. 290. Schematische Darstellung des Blutkreislaufs. Die Gefäße und Herzräume, welche Schlagaderblut enthalten, sind hell, die, welche Blutaderblut enthalten, dunkel getönt. In den Haargefäßnetzen des großen wie des kleinen Kreislaufs gehen die Tönungen ineinander.

Geschichtliche Bemerkung.

§ 112. Geschichtliche Bemerkung über den Blutkreislauf.

Die Alten kannten zwar die Bewegung des Blutes, nicht aber den Blutkreislauf. Herophilus und Erasistratus brachten um 300 v. Chr. die irrtümliche Lehre auf, daß die Schlagadern mit Luft gefüllt seien — daher die heute noch gebräuchliche Bezeichnung Arterien, d. h. Luftgefäße. Letztere Ansicht widerlegte der auch in der Geschichte der Leibesübungen — z. B. durch eine Schrift über das Ballspiel — bekannte Arzt Galenus (131—201 n. Chr.).

Man glaubte aber bis in das 16. Jahrhundert hinein, daß das Blut als ernährende Flüssigkeit zwar vom Herzen in die Körperorgane ströme, niemals aber zum Herzen zurückkehre, indem man in der Zwischenwand von rechtem und linkem Herzen verbindende Öffnungen annahm. Letzteres widerlegte zuerst der spanische Mönch und Gelehrte Michael Servetо (1553 in Genf auf Betreiben Calvins als Ketzer verbrannt). Er entdeckte als erster 1546 den kleinen Kreislauf. 1569 ent-

deckte Caesalpinus den großen Kreislauf, 1574 Fabricius ab Aquapendente (in Padua) die Venenklappen. Der Schüler des letzteren, der Engländer William Harvey war es endlich, welcher teils auf den Forschungen der Vorgänger, teils auf eigenen Forschungen fußend zuerst das Bild des gesamten Kreislaufs klar zusammenstellte (1628). Damit hob in der Wissenschaft von den Lebensvorgängen eine neue Epoche an.

§ 113. Die Herzthätigkeit.

Herzthätigkeit.

Die Blutflüssigkeit, welche in dem geschlossenen Röhrensystem unserer Blutgefäße vorhanden ist, ist an Volum etwas größer als der Gesamthohlraum des Gefäßsystems, und übt daher auf die geschlossenen Wände der Blutgefäße überall einen mehr oder minder starken Druck aus. Dadurch, daß an verschiedenen Stellen des Stromsystems Druckunterschiede vorhanden sind, so daß die Blutflüssigkeit von den Stellen, wo höherer Druck vorhanden ist, abfließt nach den Stellen, wo der geringere Druck ist, entsteht die Strombewegung des Blutes. Diese Druckunterschiede schafft das Herz, indem es aus den Hohlvenen (rechtes Herz) und den Lungenvenen (linkes Herz) eine gewisse Blutmenge entnimmt und in die Schlagadern preßt. Der beständige Druck der elastischen gespannten Wände der Schlagaderrohre ist es, welcher die Druckunterschiede weiterhin unterhält. Die Klappen des Herzens und der Blutadern bewirken, daß die so erzeugte Strombewegung immer nur in einer Richtung erfolgen kann.

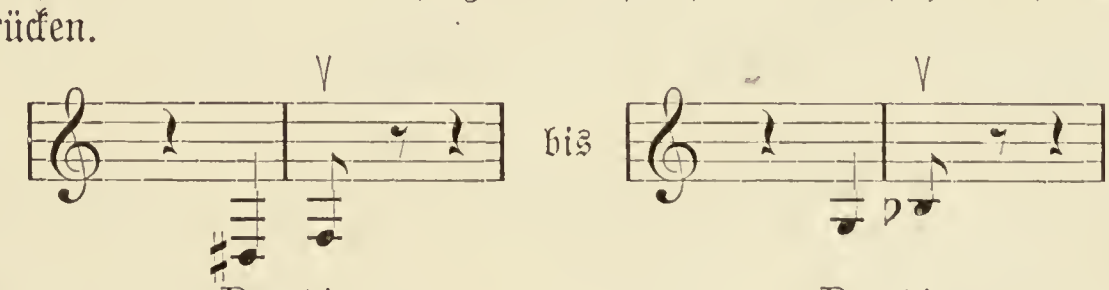
Die Herzbewegung besteht in stetem Wechsel von Zusammenziehung und Ausdehnung. Bei der Zusammenziehung, die mit der Zusammenziehung der Vorkammern beginnt, wird das Blut aus den Vorkammern in die Herzkammern und weiter aus den Herzkammern in die Schlagadern gepreßt. Dann folgt eine Pause, während derer das leer gewordene erschlaffte Herz sich wieder füllt. Das Herz arbeitet also wie eine Saug- und Druckpumpe.

Bei jeder Zusammenziehung des Herzens richtet sich die Herzspitze nach vorn und oben auf und schlägt gegen die Brustwand an, und zwar meist im 5. Zwischenrippenraum. Diese Erscheinung, welche dem tastenden Finger deutlich fühlbar ist, nennt man den Herzstoß.

Herzstoß.

Legt man das Ohr auf die Herzgegend, namentlich in der Gegend des Herzstoßes, so hört man bei jedem Herzschlag zwei Töne, und zwar einen ersten dumpfen und längeren Herzton, und einen zweiten hellen, klappenden und kurzen Ton. Das Verhältnis dieser Töne und der folgenden Pause würde sich musikalisch folgendermaßen ausdrücken.

Herztöne.



Der erste Herzton entsteht durch die Zusammenziehung des Herzmuskels (Muskelgeräusch), der zweite durch den Zusammenschluß der halbmondförmigen Klappen.

§ 114. Die Herznerven.

Herznerven.

Die für gewöhnlich in streng rhythmischem Wechsel von Erschlaffung und Zusammenziehung erfolgende Arbeit des Herzens vollzieht sich wie jede andere Muskelarbeit unter dem Einfluß von Nerven, die ihrerseits wieder von Nervenzellen aus-

gehen und von diesen aus erregt werden. Diese Nerventhätigkeit erfolgt rein automatisch, d. h. unwillkürlich. Unser Wille hat auf Art und Umfang der Herzbewegungen keinerlei Einfluß.

Die Nervenzellen, von welchen die Anregung zur Herzarbeit ausgeht, liegen in keinem unserer größeren nervösen Zentralorgane, sondern als besondere Anhäufung von Nervenzellen (Ganglien) in der Herzwand selbst. Das aus dem Körper ausgeschnittene Herz, z. B. eines Frosches, bewegt sich daher eine geraume Zeit lang im gewohnten Rhythmus weiter. Dieses selbständig arbeitende Nervenzentrum des Herzens steht aber wieder in Verbindung mit Nervenfasern, die von außen an das Herz herantreten, und einen regulierenden Einfluß auf die Herzarbeit ausüben. Dies sind erstens Fasern des 10. Gehirnnervenpaares, des Lungenmagennerven, und zweitens Fasern, welche vom sympathischen Bauchnervengeflecht zum Herzen hinüberziehen. Die ersteren Nerven üben einen hemmenden d. h. die Herzbewegungen verlangsamenden Einfluß aus, die letzteren beschleunigen die Herzarbeit.

Diese Einrichtung arbeitet mit einer wunderbaren Genauigkeit, so daß die Herzarbeit, wie unten bei Betrachtung der Pulsbewegung noch genauer dargethan werden soll, sich jeder veränderten Leistungsanforderung augenblicklich anpaßt.

Einfluß der Atmung auf die Herzbewegung.

§ 115. Einfluß der Atmung und der Pressung auf die Herzbewegung.

Da unser Herz vom Lungengewebe umgeben ist, so übt die Atemthätigkeit in ihrem Wechsel von Einatmung und Ausatmung und den dadurch bedingten Druckunterschieden im geschlossenen Brustraum einen gewissen Einfluß auf die Herzthätigkeit aus.

Bei der Einatmungsstellung, bei welcher durch die Vergrößerung des Brustraums die Lungenluft verdünnt wird, übt die Lunge auf das Herz einen Zug aus, der die Vorkammern sich zwar leicht füllen aber nur unvollkommen entleeren läßt; umgekehrt wird bei der Ausatmung, bei welcher die Lungenluft zusammen- und ausgepreßt wird, zwar die Entleerung der Vorkammern durch den Druck der Luft in den Lungen gefördert, aber die Füllung der Vorkammern erschwert. Diese Einwirkungen machen sich bei sehr tiefem und heftigem Ein- und Ausatmen besonders geltend, während bei ruhigem Atmen die Herzarbeit am ungehindertsten vor sich geht.

Es ist also die Einatmung, welche die Füllung der Vorkammern erleichtert, und geradezu ansaugend auf den Zufluß des Venenblutes zum Herzen wirkt, während die Ausatmung die Entleerung des Herzens in die Schlagadern begünstigt.

Einfluß des Vorganges der Anstrengung oder Pressung.

Dieser Einfluß der Ausatmung wird aber besonders stark, und die Herzarbeit geradezu erschwerend, bei dem schon besprochenen Vorgang der Anstrengung oder Pressung. Bei diesem wird, um den Muskeln des Oberarms und der Schultern festen Ansatz zu geben, der Brustkorb festgelegt, und zwar so, daß nach vorheriger tiefer Einatmung bei geschlossener Stimmritze eine starke Ausatmungsbewegung gemacht werde. Es wird also die am Entweichen gehinderte Luft im Brustkorb durch die heftige Zusammenziehung der Ausatmungsmuskeln möglichst zusammengepreßt, und zwar je nach Art des durch die Anspannung höchster Muskelkraft zu überwindenden Hindernisses für einen kurzen Augenblick oder gar für eine größere Zahl von Sekunden (letzteres z. B. bei langsamem Hantelstemmen). Dieser starke Druck innerhalb des Brustkorbs fördert zwar in hohem Grade und augenblicklich die Entleerung der Herzkammern in die Schlagadern. Aber der anhaltende starke Druck, das Ausbleiben der ansaugenden Einatmung preßt die schlaffen Wände der großen Venen dicht am Herzen und die der

Herzvorkammern zusammen und hindert deren Füllung. Die Folge davon ist, daß während der Dauer der Anstrengung das Blutadersystem, da es sein Blut nicht in die Herzvorkammern ergießen kann, stark überfüllt ist. Daher wird während der Anstrengung das Gesicht rot, die Hautblutadern auf der Stirn, am Halse usw. treten prall gefüllt hervor. Gleichzeitig ist das Schlagadersystem wenig gefüllt. Die ernährende Kranzader des Herzmuskels selbst hat sich fast entleert. Gerade in dem Augenblick, wo das Herz gegen den Druckwiderstand der Lunge ankämpfend stärker arbeiten soll, fehlt ihm die nötige Sauerstoffzufuhr.

Einwirkung nach Aufhören der Pressung.

Mit Aufhören der Anstrengung wird das Bild ein anderes. Mit hörbarem Zischen entweicht aus dem geöffneten Munde die bisher zusammengepreßte kohlensäureüberladene Lungenluft und es folgt eine tiefe Einatmung. Damit sind die Hindernisse für den Kreislauf überwunden — und mit sonst nicht vorhandenem Druck und in übergroßer Menge stürzt das zurückgestaute Venenblut nun in das rechte Herz, dieses für den Augenblick über die Norm ausdehnend.

Wir haben also bei dem Vorgang der Anstrengung, abgesehen von der Störung des Kreislaufs, zweierlei schädigende Einflüsse auf das Herz zu verzeichnen:

1. Entleerung der ernährenden Schlagader des Herzens und damit mangelnde Sauerstoffzufuhr zu dem arbeitenden Herzmuskel.

2. Heftiges plötzliches Einströmen des zurückgestauten Venenblutes in das — weil muskelschwächere — wenig widerstandsfähige rechte Herz und vorübergehende Erweiterung desselben.

Inwieweit so dauernd schädliche Folgen für das Herz entstehen können, wird weiter unten kurz zu erörtern sein.

§ 116. Die Pulsbewegung.

Pulsbewegung.

Der Anschlag der Blutmenge, die bei jeder Zusammenziehung der Herzkammern in das elastische Rohr der Schlagader geworfen wird, erzeugt eine Welle, welche sich mit einer Anfangsgeschwindigkeit von 9,24 Metern in der Sekunde über die Schlagadern hin vom Herzen her fortpflanzt und schließlich in den Haargefäßen erlischt. Diese Pulswelle ist an allen Schlagadern wahrnehmbar; bei oberflächlicher gelegenen Schlagadern durch den aufgelegten Finger deutlich zu fühlen. Am leichtesten an der Speichenschlagader kurz vor dem Handgelenk, weshalb auch diese Stelle zur Prüfung des Pulsschlages mit dem Finger, oder zur Aufzeichnung der Pulsbewegung mittels besonderer Instrumente (s. u.) vorzugsweise gewählt wird.

Häufigkeit des Pulses.

Die Häufigkeit des Pulsschlages ist in den verschiedenen Lebensaltern eine verschiedene, beim weiblichen Geschlecht ist die Pulszahl im Durchschnitt eine etwas höhere.

Folgende Ziffern werden als durchschnittliche angegeben:

Alter:		Zahl der Pulsschläge in der Minute:
Neugeborenes Kind		130—140
1. Lebensjahr		120—130
3.	„	100
5.	„	90—94
10.	„	90
10.—15.	„	78
15.—50.	„	beim Manne 71—72; beim Weibe 80
70.	„	79
80.—90.	„	über 90

Auf die Zahl der Pulsschläge hat aber auch die Körperlänge einen Einfluß. Gleichalterige Personen von verschiedener Körperlänge zeigen bei kleinerem Wuchs eine höhere Pulszahl als bei größerem Wuchs. Der Unterschied beträgt etwa 3 bis 5 Pulsschläge in der Minute bei Erwachsenen.

Es ist ferner im Stehen der Puls um einige (9) Schläge häufiger als im Sitzen, und im Sitzen um etwa 3 Schläge häufiger als im Liegen.

Sonstige Einflüsse auf die Pulszahl sind:

1. Krankheitserscheinungen. Namentlich steigert das Fieber (Erhöhung der Blutwärme über 38°) die Pulszahl.

Einfluß der Muskelbewegungen.

2. Muskelbewegungen, und zwar in um so höherem Maße und um so schneller, je größer die in der Zeiteinheit geleistete Gesamtarbeit der Muskulatur ist, und je weniger die Muskulatur zu solchen Leistungen geübt ist. Deshalb sind es vor allem die Schnelligkeits- sowie die allgemeinen Kraftübungen, welche die Pulszahl ganz bedeutend und so gut wie augenblicklich steigern.

Beispiele: Bei einem schnellsten Lauf (Wettlauf), z. B. über 200 Meter in etwa 25 Sekunden, kann der Puls in dieser kurzen Zeitspanne von 75 Pulsschlägen in der Minute hinaufschnellen auf 180—200 ja noch mehr Pulsschlägen bei Ankunft am Ziele.

Ähnlich steigt die Pulsziffer auf 150—200 und mehr beim schnellen und schnellsten Radfahren. Wird solches länger fortgesetzt, so fällt trotz beibehaltener gleicher Schnelligkeit der Bewegung die Pulsziffer — schon ein Zeichen von Ermüdung des Herzens.

Denn die Steigerung der Pulszahl bei heftigen Leibesübungen als Ausdruck stark gesteigerter Herzarbeit ist eine im Wesen der dabei stattfindenden Vorgänge innerhalb des Körpers begründete physiologische Erscheinung.

Einfluß des Trainierens.

3. Während des Trainierens zu Höchstleistungen, mit bestimmtem Maß täglicher Übung, bestimmter Kost, Enthaltung von Genußmitteln u. s. w. sinkt bei Ruhe die Pulszahl unter die Norm. Nach den Beobachtungen von Kolb betrug die Pulszahl bei Ruderern während des Trainings (es handelte sich um kräftige junge Leute von 20—25 Jahren) morgens im Durchschnitt 63, und blieb den ganzen Vormittag unter 70. Die geringsten Ziffern, die er beobachtete, waren 58 und 45 Pulsschläge in der Minute.

4. Der Puls wird endlich gesteigert durch starke geistige, sowie durch geschlechtliche Erregungen.

Unregelmäßigkeit des Pulsschlags.

Der gesunde Pulsschlag erfolgt in regelmäßigem Rhythmus. Unregelmäßigkeiten des Rhythmus kommen jedoch dauernd (als krankhafte Erscheinungen) oder zeitweise vor. Solche Unregelmäßigkeiten sind: 1. Aussetzen des Pulses; bei sonst regelmäßigem Pulsschlag bleibt wiederholt ein Pulsschlag aus. 2. Kleinerwerden und Wiederanwachsen in der Höhe der Pulswellen, bei sonst rhythmisch erfolgenden Pulsschlägen. 3. Vollständig unregelmäßiger ohne Rhythmus erfolgender Puls.

Diese Erscheinungen können vorübergehend eintreten nach heftigen Leibesübungen, z. B. nach Höchstleistungen in Schnelligkeitsübungen wie Laufen, Radfahren, Rudern usw. oder während und nach heftigen Kraftübungen wie Stemmen schwerster Gewichte und Ringen. Es handelt sich dabei um Ermüdungserscheinungen des Herzens, die um so schneller zurückgehen, je mehr es sich um eine begrenzte kurze dauernde Schnelligkeits- oder Kraftleistung handelt, während bei heftigen Dauerleistungen die Wiederkehr zur Norm entsprechend langsamer erfolgt.

Stärke des Pulses.

Im vorhergehenden war schon erwähnt, daß die Höhe der Pulswellen eine verschiedene sein kann. Da die Pulswelle den Ausdruck der Herzkraft, sowie der Spannung der Schlagaderwände darstellt, so finden je nach dem Grad der Herzarbeit

und der Spannung der Schlagaderrohre bedeutende Unterschiede in der Stärke der Pulswelle statt. Es kann der Pulsschlag hart sein, sodaß die Schlagader sich gespannt und hart anfühlt, oder weich, sodaß die Schlagader leicht zusammendrückbar erscheint. Die Pulswelle kann an die prüfende Fingerkuppe mehr voll oder mehr spitz anschlagen. Bei hartem und vollem Puls ist die Schlagaderwand stark gespannt, der Blutdruck hoch, die Herzarbeit kräftig. Umgekehrt ist die Herzarbeit eine matte, der Blutdruck gering bei weichem spitzen Puls.

§ 117. Aufzeichnung der Pulsbewegungen.

Aufzeichnung der Pulsbewegungen.

Da nach vorhergehendem die Beschaffenheit des Pulses nicht nur nach der Zahl der Pulsschläge in der Minute, sondern auch nach Größe und Fülle der Pulswelle ein Ausdruck der Art und des Umfangs der Herzarbeit ist, so ist es ungemein wichtig, ein genaues Gesamtbild der Pulsbewegung zu gewinnen. Die bloße Abschätzung der Pulsbewegung mittels des untersuchenden Fingers genügt dafür nicht.

Zu solcher Aufzeichnung des Pulses bedient man sich des Pulszeichners (Sphygmograph). Ein solcher besteht in seiner einfachsten Gestalt (Pulszeichner von Marey, Fig. 291) darin, daß auf eine oberflächlich gelegene Schlagader (Speichen-

Pulszeichner.

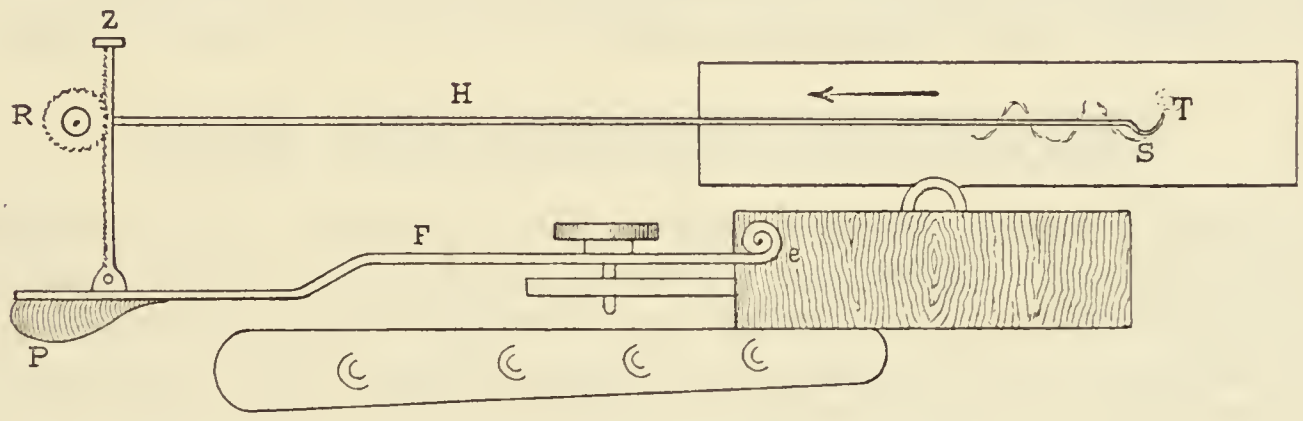


Fig. 291. Der Pulszeichner von Marey (schematisch dargestellt). — Beschreibung im Text.

schlagader) das mit kleinem ovalen Polster P versehene Ende einer Feder F andrückt. Die Pulsbewegung der Schlagader wird also das angedrückte Ende der Feder leicht auf und ab bewegen. Die Übertragung dieser Bewegung geschieht dadurch, daß sich senkrecht auf dem bewegten Ende der Feder eine kleine Zahnstange Z erhebt. Diese greift in eine kleine Rolle R ein, von deren Achse sich ein leichter Holzhebel H fast parallel mit der elastischen Feder erstreckt. Die zarte Spitze S dieses Schreibhebels berührt ganz leicht ein langes Täfelchen T, welches durch ein Uhrwerk ganz gleichmäßig an der Spitze vorbeigeführt wird. Die Oberfläche dieses Täfelchens besteht aus weißem glatten Karton, der schwarz berußt ist. Bei Vorbeiführung dieser Schreibfläche kratzt die Spitze des Schreibhebels die Bewegung des Pulses auf dieselbe ein. Es erscheint so auf dem schwarzen Grunde eine weiße Linie, mit den aufeinanderfolgenden Pulsschlägen entsprechenden regelmäßigen Wellenbergen und -thälern: die Pulskurve (Sphygmogramm).

Ähnliche Instrumente erfanden Landois, Dudgeon, v. Frey u. a.

An jeder Pulskurve (Fig. 292) unterscheidet man den kurzen aufsteigenden Kurvenschenkel, den Gipfel, und den längern absteigenden Kurvenschenkel. Während der aufsteigende Schenkel (Erhebung der Pulswelle) stets eine einfache Linie darstellt,

Pulskurve.

Fig. 292. Drei Pulsschläge mit dem Sphygmographen aufgenommen. P der Gipfel der Kurve des ersten Pulsschlages.

zeigt der absteigende (Sinken der Pulswelle) noch eine oder mehrere kleinere Erhebungen. Worauf letztere beruhen, ist streitig, und kann hier übergangen werden.

G. Kolb war es namentlich, der den Pulszeichner benutzte, um einen Einblick in die Wirkung einer Reihe von Leibesübungen auf das Herz zu gewinnen. Einigen seiner so gewonnenen Kurven werden wir weiter unten begegnen.

Blutdruck.

§ 118. Der Blutdruck.

Im Leben ist das Gefäßsystem nicht allein gefüllt, sondern sogar um etwas überfüllt. Die gesamte Blutmasse ist nämlich an Volumen etwas größer als der Hohlraum der gesamten Blutgefäße. Das Blut übt daher einen Druck auf die elastischen Wände der Blutgefäße aus. Der Druck ist aber nicht gleichmäßig im Gefäßsystem. Vielmehr ist der höchste Blutdruck unmittelbar am Herzen. Er beträgt in der großen Hauptschlagader gegen 2 Meter (oder 140—160 mm Quecksilber). Weiterhin in den Verästelungen der kleinen Schlagadern nimmt der Blutdruck stetig ab, sinkt noch tiefer in den Haargefäßen und Blutadern, und wird schließlich in den großen Blutaderstämmen dicht am Herzen negativ. Die Blutadern sind daher für gewöhnlich schlaff und unvollständig gefüllt.

Der Blutdruck nimmt zu mit dem Alter, der Größe und dem Gewicht.

Stromgeschwindigkeit des Blutes.

§ 119. Stromgeschwindigkeit des Blutes.

Die Hauptschlagader teilt sich derart, daß die Summe der Querschnitte ihrer Äste, je mehr sich diese verzweigen, immer größer wird, als der Querschnitt des Anfangs der Schlagader. Die Summe der Querschnitte aller Haargefäße ist sogar 700mal größer als der Querschnitt der Hauptschlagader dicht am Herzen. Indem sich die Haargefäße weiterhin wieder zu Blutadern sammeln, wird das Strombett wieder verengt, ist aber schließlich in den Hohlvenen immer noch weiter als der Anfang des Schlagadersystems.

Da sich in gleicher Zeit durch jeden Querschnitt eine gleiche Blutmenge schieben muß, so ist die Stromgeschwindigkeit naturgemäß um so größer, als das Strombett enger, und um so geringer, als das Strombett weiter wird.

Die Geschwindigkeit des Blutstroms beträgt:

in der Hauptschlagader:	260 mm	in der Sekunde
in den Haargefäßen:	0,5—0,8 mm	„ „ „
in den großen Blutadern:	225 mm	„ „ „

Kreislaufzeit. Die gesamte Kreislaufzeit, während welcher die aus dem Herzen ausgepreßte Blutmenge also wieder zum Herzen zurückkehrt, beträgt:

Alter	Pulszahl	Sekunden
3 Jahre	108	15
14 Jahre	87	18,6
beim Erwachsenen	72	23,2

Im Mittel wird 1 kg Körper durchströmt in der Minute im

Alter von	3 Jahren	von 306 g	Blut
„ „	14 „	„ 246 „	„
beim Erwachsenen		„ 206 „	„

§ 120. Blutverteilung im Körper.

Blutverteilung.

Die Blutverteilung in den einzelnen Körperteilen ist keine gleichmäßige, sondern wechselnd. Ein Organ wird um so blutreicher, je mehr es thätig ist; sein Blutgehalt kann bei Thätigkeit bis um 30 %, ja um 47 % gegenüber dem Blutgehalt bei Ruhe des Organs zunehmen. Indem thätige Organe stark blutreich werden, vermindert sich der Blutgehalt in den nicht thätigen Organen.

Bei der Verdauung sind die Blutgefäße der Verdauungsorgane stark überfüllt, während Muskeln und Gehirn blutleerer werden. Daher herrscht während der Verdauung das Gefühl von Muskelmüdigkeit und Unlust zu angestrengter geistiger Arbeit.

Wird gleichwohl während der Verdauung starke Muskelarbeit unternommen, so füllen sich die arbeitenden Muskel stark mit Blut — und die Verdauung wird verzögert.

Wird die Haut sehr blutreich (Erhitzung durch Sonnenstrahlen, heiße Bäder) und gerötet, so werden gleichzeitig die inneren Organe blasser und blutarmer. Während so die Haut dabei starken Schweiß absondert, wird gleichzeitig die Absonderung des Harns in den Nieren vermindert.

Folgerungen für die beste Zeit zur Leibesübung.

Daraus geht für die Zeit, welche zur Leibesübung verwendet werden soll, hervor, daß unmittelbar nach der Nahrungsaufnahme jegliche stärkere Leibesübung die Verdauung verlangsamt, und daher nicht zuträglich ist. In die ersten zwei Stunden nach dem Mittagessen soll keine Turnstunde gelegt werden; ebensowenig soll man in diesen Stunden schwimmen, rudern, radfahren oder angestrengt marschieren.

§ 121. Die Arbeitsgröße des Herzens.

Arbeitsgröße des Herzens.

Die Arbeitsgröße des Herzens beim Ruhezustand des Körpers berechnet sich nach Zuntz folgendermaßen. Bei jeder Herzzusammenziehung wirft das linke Herz etwa 60 ccm Blut unter einem Drucke von 2 Meter aus. Das ergiebt für jede Zusammenziehung des linken Herzens eine Muskelarbeit von $2 \times 0{,}06 = 0{,}12$ kg-M, bei 75 Pulsschlägen in der Minute $75 \times 0{,}12 = 9$ kg-M, und in der Stunde $9 \times 60 = 540$ kg-M.

Die Arbeit des rechten Herzens beträgt ein Drittel der des linken, also in einer Stunde $\frac{540}{3} = 180$ kg-M. Mithin beträgt die Arbeit des Gesamtherzens in der Stunde $540 + 180 = 720$ kg-M (für den Tag 17280 kg-M), ist also gleich der Kraft, die erforderlich wäre, um 720 kg ein Meter, oder ein kg 720 m hoch zu heben. Das Gewicht des Herzens beträgt ungefähr $^1/_3$ kg. Das Herz leistet also in einer Stunde eine Arbeit, als ob es sich selbst $3 \times 720 = 2160$ m hochgehoben hätte.

Vergleich der Arbeitskraft des Herzmuskels mit der Kraft der Skelettmuskeln.

Vergleicht man damit eine leicht zu berechnende Arbeit der Skelettmuskulatur, so ergiebt sich folgendes. In einer Stunde kann man bei guten Wegen eine Höhe von 500 Metern ersteigen. Das wäre bei einem Körpergewicht vom 60 kg eine Arbeit von

$$60 \times 500 = 30\,000 \text{ kg-M.}$$

Diese Steigarbeit wird vorzugsweise geleistet von der Muskulatur der Beine. Nun beträgt die gesamte Muskulatur des Körpers fast die Hälfte, etwa 45 % des ganzen Körpergewichts; das macht also bei 60 kg Körpergewicht 27 kg Muskeln. Von letzteren beträgt die Muskulatur der Beine etwa die Hälfte = 13,5 kg Muskeln. Diese 13,5 kg Muskeln leisten also in einer Stunde die oben angegebenen

30 000 kg-M Arbeit. Das entspricht einer Leistung, als wenn diese Muskelmasse ihr eigenes Gewicht allein um den 13,5. Teil dieser Arbeitssumme gehoben hätte, also eine Arbeit sich selbst in die Höhe zu heben um

$$\frac{30\,000}{13{,}5} = 2222 \text{ Meter.}$$

Das ist fast die gleiche Zahl, die wir oben beim Herzmuskel fanden (2160 m).

Daraus folgt: Das Herz leistet für gewöhnlich in einer Stunde eine im Verhältnis zu seinem Gewicht so große Muskelarbeit, wie die Beinmuskulatur in derselben Zeit beim Bergsteigen zu verrichten vermag. — Eine gleiche Leistungsgröße haben auch andere Muskeln des Körpers.

Anders wird die Sache aber, wenn wir die Tagesleistung nehmen. Ein Bergsteiger würde in gedachtem Falle, vielleicht in gleicher Weise — d. h. 500 m in der Stunde — noch bis zu 4000 m an einem Tage, also 8 Stunden steigen können. Es wäre das eine außerordentliche Leistung. Dann aber ist er auch fertig und bedarf der Ruhe und Erholung. Das Herz dagegen arbeitet in dem angegebenen Umfang ohne Aufhören die 24 Stunden weiter, d. i. dreimal so viel im ganzen.

Mithin übertrifft die gewöhnliche, im Zustand der Ruhe oder ganz mäßiger Beschäftigung geleistete Herzarbeit im Verhältnis zum Gewicht der Muskelsubstanz schon um das Dreifache die größte Arbeit, welche wir mit unserer Skelettmuskulatur an einem Tage leisten können.

Nun steigt aber die Herzarbeit bei heftiger Muskelbewegung, wie wir gleich sehen werden, vorübergehend bis auf das 6—8fache wie bei der Ruhe. Diese Steigerung mit in Betracht gezogen, ergiebt, daß das Herz in 24 Stunden im Verhältnis zu seinem Gewicht das 4—5fache an Arbeit leisten kann, wie die übrige Körpermuskulatur.

Ursachen der Arbeitsfähigkeit des Herzens.

§ 122. Ursachen der Arbeitsfähigkeit des Herzens.

Das Herz ist also durch außerordentliche Leistungsfähigkeit ausgezeichnet vor den Skelettmuskeln. Aus folgenden Gründen:

1. Das Herz arbeitet vom Erwachen der ersten Lebensäußerungen bis zum Erlöschen des Daseins unaufhörlich, ohne Ruh und Rast. Es ist der meistgeübte, der bestträinierte Muskel.

2. Der Herzmuskel hat besonders günstige Verhältnisse bezüglich seiner Blutzufuhr wie Blutabfuhr. Dadurch werden lähmende Ermüdungsstoffe schnellstens weggeschwemmt, ihre Anhäufung vermieden.

3. Das Herz arbeitet automatisch und rhythmisch, und gehorcht nicht willkürlichen Nervenanregungen, wie die andere Körpermuskulatur. Das Beispiel der Atembewegungen, welche, wenn auch willkürlichen Einflüssen in gewissem Grade unterworfen, ebenfalls für gewöhnlich automatisch sich vollziehen, zeigt, wie wenig automatisch, d. h. unwillkürlich arbeitende Nervencentren und Muskeln den gewöhnlichen Gesetzen der Ermüdung unterworfen sind.

Leistet doch auch die willkürliche Muskulatur die weitaus größten Arbeitssummen bei allen solchen Bewegungen, welche in gleichmäßigem Rhythmus wiederholt, wenigstens halb automatisch geworden sind (Gehen, Laufen, Bergsteigen, Radfahren, Rudern usw.).

§ 123. Herzarbeit bei Muskelbewegung.

Herzarbeit bei Muskelbewegung.

Eine doppelte Aufgabe erwächst den Kreislauf- wie den Atemorganen bei der Muskelarbeit, nämlich: erstens den arbeitenden Muskeln mehr Sauerstoff zuzuführen; zweitens die Endprodukte der erhöhten Verbrennungsprozesse, und zwar ganz vornehmlich die Kohlensäure, aus dem Körper auszuscheiden.

Diesen erhöhten Anforderungen entsprechen Herz und Lunge durch erhöhte Thätigkeit: das Herz treibt eine größere Menge mit Sauerstoff beladenen Blutes den arbeitenden Organen zu; die vermehrte und vertiefte Atmung scheidet die stark vermehrten Massen giftiger Kohlensäure aus dem Körper aus.

Die Größe des Sauerstoffbedarfs ist es also vor allem, welche den Umfang der Herzarbeit vorschreibt.

Zuntz fand beim Pferde den Sauerstoffverbrauch in der Ruhe = 1300—1400 ccm in der Minute. Bei mäßiger Arbeit stieg der Sauerstoffverbrauch auf 4300 bis 4500 ccm, bei stärkerer — aber noch $1^1/_2$ bis 2 Stunden dauernd ausführbarer — Arbeit auf 7500 ccm. Im letzteren Falle war also der Sauerstoffverbrauch 6mal so groß wie in der Ruhe.

Nun wird aber bei Ruhe nicht aller im Blute vorhandener Sauerstoff ausgenutzt, sondern nur etwa die Hälfte. Daraus folgt, daß bis zu gewissem Grade — d. h. bis etwa auf das doppelte der in der Ruhe des Körpers stattfindenden Verbrennungsprozesse — mäßige Muskelarbeit lediglich mit besserer Ausnutzung des im Blute vorhandenen Sauerstoffs geleistet werden kann, ohne daß eine vermehrte Triebkraft des Herzens beansprucht wird.

Ausnutzung des Sauerstoffs im Blute.

Ist aber diese Grenze überschritten, so muß das Herz je nach Bedarf in steigendem Grade mehr Blut umtreiben, d. h. die Herzarbeit steigt dann nahezu proportional dem Sauerstoffverbrauch.

Steigerung der Herzarbeit.

Wie bedeutend dieser werden kann, zeigte Zuntz am Pferde, wo bei scharfem Trab — also einer noch nicht außerordentlichen Anstrengung — der Sauerstoffverbrauch um das 15—18fache anwuchs.

Diesen vermehrten Anforderungen wird das Herz nach zwei Richtungen hin gerecht, indem es:

1. die Zahl der Zusammenziehungen in der Zeiteinheit bis aufs Mehrfache steigert (s. o.); und
2. bei jeder Zusammenziehung eine größere Blutmenge als gewöhnlich auswirft („vermehrtes Schlagvolum").

§ 124. Einfluß der Blutmischung auf die Steigerung der Herzarbeit.

Einfluß der Blutmischung.

Wir sahen oben, daß in der Ruhe nur ein Teil des im Blute vorhandenen Sauerstoffs in Anspruch genommen wird, und daß bei leichterer Muskelarbeit zunächst die bessere Ausnutzung des Sauerstoffs im Blute ohne gesteigerte Herzarbeit ausreicht, um den vermehrten Sauerstoffbedarf in den arbeitenden Muskeln zu decken.

Nun ist der Sauerstoff des Blutes gebunden an die roten Blutkörperchen (s. u.). Je reicher das Blut an solchen, desto größer sein Sauerstoffgehalt — desto größer sein Reservevorrat von ausnutzbarem Sauerstoff — desto geringer die Anforderung an die Herzkraft. Da die Herzkraft ihre Grenze hat, und bei heftigen Leibesübungen

diese Grenze bald erreicht wird, so geht daraus hervor, daß bei einem Blute, welches sehr reich an Sauerstoffträgern ist, die Herzkraft mehr geschont wird und länger vorhält zu heftigen Leibesübungen (z. B. schnellster Lauf, schnellstes Radfahren u. dergl.) als dies bei einem an roten Blutkörperchen armen Blute der Fall ist.

Blutarme und Vollblütige.

Das heißt also: beim Blutarmen und Bleichsüchtigen ist schneller äußerste Herzarbeit notwendig und tritt schneller Herzermüdung als gebieterischer Abschluß starker Muskelbewegung ein, wie beim Vollblütigen.

Größerer oder geringerer Wassergehalt des Blutes.

Des weiteren kommt der Wassergehalt des Blutes in Betracht. Es ist klar, daß bei einem wasserärmeren konzentrierten Blut jeder Herzschlag bei sonst gleichen Verhältnissen eine größere Anzahl von roten Blutkörperchen in die Adern treibt, als bei einem sehr wasserreichen Blute.

Schwimmen 100,000 Körperchen einmal in 1 Liter, das andere Mal in $1^1/_2$ Liter gleichmäßig verteilt, so werden in 100 g der ersten Mischung sich 10,000, in 100 g der zweiten Mischung sich nur 6666 Körperchen befinden.

Nutzanwendung beim Tränieren.

Um bei großen Muskelleistungen Herzkraft zu sparen und dadurch die gesamte Leistungsfähigkeit zu erhöhen, hat man vorbeschriebene Verhältnisse sich beim Tränieren nutzbar gemacht.

Da möglichst eiweißreiche Nahrung auch die Menge der Sauerstoffträger im Blute, den Gehalt des Blutes an Hämoglobin steigert, so wird bei der Vorbereitung zu hervorragenden körperlichen Leistungen eine stark eiweißhaltige Kost, namentlich Fleischgenuß, empfohlen.

Ebenso sucht man das Blut einzudicken, wasserärmer zu machen, durch sparsamen Genuß von Flüssigkeiten, sowie durch das Hervorrufen starker Schweiße, z. B. im Schwitzbad.

Es sei dabei hier schon in Bezug auf letzteren Punkt erwähnt, daß bei Dauerleistungen unter bestimmten Verhältnissen, z. B. bei einem Marsch in großer Hitze und bei starkem Feuchtigkeitsgehalt der Luft, Wasserverarmung des Blutes auch ihre großen Gefahren haben kann (Hitzschlag).

Stoffverbrauch des Herzens.

§ 125. Stoffverbrauch des Herzens.

Bei der großen Arbeitskraft, welche das Herz als Muskel bewältigt, ist es klar, daß das Herz für sich allein einen entsprechenden Teil des gesamten Stoffverbrauchs, der Nahrung, in Anspruch nehmen muß. Dieser Verbrauch berechnet sich nach dem Sauerstoffbedarf.

Um ein Kilogrammmeter Arbeit zu leisten braucht unser Muskelfleisch 1,3 bis 1,5 ccm Sauerstoff.

Nun beträgt nach den Versuchen von Zuntz bei einem Sauerstoffverbrauch von 1000 ccm die Herzarbeit mindestens 26,1 kg-m, kann aber bei angestrengter Thätigkeit steigen auf 89,6 kg-m, d. h. das $3^1/_2$ fache. Es wird also das Herz von 1000 ccm verbrauchten Sauerstoffs bei geringster Herzarbeit $26{,}1 \times 1{,}3 = 33{,}9$ ccm, also $3^1/_2$ % beanspruchen, dagegen bei stärkster Herzarbeit $89{,}6 \times 1{,}3 = 116{,}4$ ccm, also $11^1/_2$ % des gesamten aufgenommenen Sauerstoffs und damit der gesamten Nahrung. Rechnet man noch die Thätigkeit der Atemmuskeln hinzu, so ergiebt sich, daß bei Muskelarbeit im Durchschnitt bis zu 15 % der gesamten umgesetzten Körpersubstanz allein für Unterhaltung der Herz- und Atemthätigkeit in Verwendung kommen.

Daraus geht hervor, daß Herz- und Lungenthätigkeit an sich, ganz abgesehen von dem sonstigen hohen Wert ihrer Organverrichtungen, an dem durch Übung un-

mittelbar verursachten Stoffwechsel in hohem Grade mitbeteiligt sind. Die Steigerung der Kreislauf- und Atemthätigkeit durch Leibesübungen verdient also auch nach dieser Richtung besondere Beachtung.

§ 126. Hilfskräfte des Kreislaufs.

Hilfskräfte des Kreislaufs.

Die Strombewegung des Blutes wird, wie wir oben sahen, bewirkt durch die Druckunterschiede, welche im geschlossenen Gefäßsystem zwischen den Schlagadern und Blutadern zu gunsten der ersteren bestehen. Diese Druckunterschiede schafft in erster Linie das Herz durch seine Pumpthätigkeit.

Es giebt aber außer der Herzthätigkeit noch andere Einwirkungen auf den Kreislauf, und zwar auf die Blutbewegung in den Blutadern. In den Blutadern herrscht ein außerordentlich geringer Druck, und es macht sich deshalb für die Blutbewegung in denselben die Schwerkraft leicht und bald geltend: bei den von Kopf und Hals zur oberen Hohlvene abwärts verlaufenden Blutadern begünstigt die Schwerkraft die Entleerung in die rechte Vorkammer; bei den aus der untern Körperhälfte zur untern Hohlvene aufsteigenden Blutadern hindert die Schwerkraft die Entleerung. Hebe ich den Arm hoch, so werden die Blutadern der Hand und des Armes schnell entleert, so daß sie kaum sichtbar unter der Haut bleiben; lasse ich den Arm herabhängen, so füllen sich die Blutadern und treten deutlich als pralle blaue Stränge hervor. Dies macht sich namentlich für die Blutadern der untern Körperhälfte geltend. Vor allem bei andauerndem aufrechten Stehen füllen sich diese Blutadern übermäßig, und ist hier der Kreislauf erschwert. Solche Stockungen bleiben dann oft nicht ohne dauernde Nachteile. Die dünnen Wände der Blutadern geben dem Druck des gestauten Blutes nach; es entstehen Venenerweiterungen oder Krampfadern, sei es an den Beinen, sei es an den Blutadern des Mastdarmes (Hämorrhoiden). Bei Leuten, welche sich wenig Bewegung verschaffen und dabei viel und anhaltend stehen — es ist unrichtig, daß Hämorrhoiden sich vorzugsweise bei Leuten mit sitzender Lebensweise bilden — sind diese Bluterweiterungen ein nicht seltenes Übel.

Wirkung der Schwerkraft in den Blutadern.

Die Hilfskräfte des Kreislaufs helfen nun grade diese hemmenden Einflüsse der Schwerkraft in den Blutadern überwinden und dies am wirksamsten bei stärkeren Muskelbewegungen.

1. In erster Linie kommen als Hilfskraft des Kreislaufs die Atembewegungen in Betracht. Bei allen Leibesübungen, welche nicht nur vermehrte Herz- sondern auch unbehindert vermehrte Lungenthätigkeit anregen, werden die Einwirkungen der Tiefatmung auf großen und kleinen Kreislauf, welche wir oben kennen lernten (siehe S. 216) in erhöhtem Maße Platz greifen, namentlich die ansaugende Wirkung tiefster Einatmung auf den Inhalt der großen Blutadern.

Einfluß der Atembewegungen.

2. Die zweite Hilfskraft des Kreislaufs ist die Muskelbewegung. Zu dem arbeitenden Muskel strömt mehr Blut hin; der arbeitende Muskel, zusammengezogen und fester geworden, drückt ferner auf die schlaffen Wände der umgebenden Blutadern und hilft so das Blut in denselben schneller umtreiben. Dieser Einfluß auf den Kreislauf wird um so energischer sein, je größere Muskelmassen bewegt werden, er wird ferner um so stetiger wirken, je regelmäßiger die arbeitenden Muskeln rhythmisch mit Zusammenziehung und Erschlaffung abwechseln. Solche rhythmische Bewegungen großer Muskelmassen, namentlich der Beine, sind aber die besonderen Kennzeichen der Schnelligkeits- und Dauerbewegungen.

Einfluß der Muskelbewegungen.

3. Ausgiebige Muskelbewegungen wirken aber auch noch in anderer Hinsicht auf den Kreislauf und zwar infolge der Beziehungen, welche in der Lage großer

Saug- und Druckwirkung auf die Blutadern durch die Bänder, namentlich das Poupartische Band.

Blutaderstämme zu den darüber gespannten Bändern und Binden (Fascien) an bestimmten Stellen des Körpers bestehen. So liegt in der Schenkelbeuge die große Schenkelblutader unter dem Poupartischen Bande (Fig. 293). Wird der Schenkel scharf nach außen gerollt und nach hinten gestreckt, so spannt sich das Poupartische Band stark und drückt die darunter liegende große Blutader zusammen. Wird der Schenkel nach einwärts gerollt und gebeugt, so entspannt sich das Band, zieht die obere Wand der Blutader, welche mit dem Bande und dessen umgebenden Gewebe verklebt ist, nach oben und erweitert so das Gefäß. Werden diese Bewegungen des Schenkels abwechselnd wiederholt, so wird also auch die große Schenkelblutader abwechselnd erweitert und zusammengedrückt, d. h., da die Klappen in den Blutadern

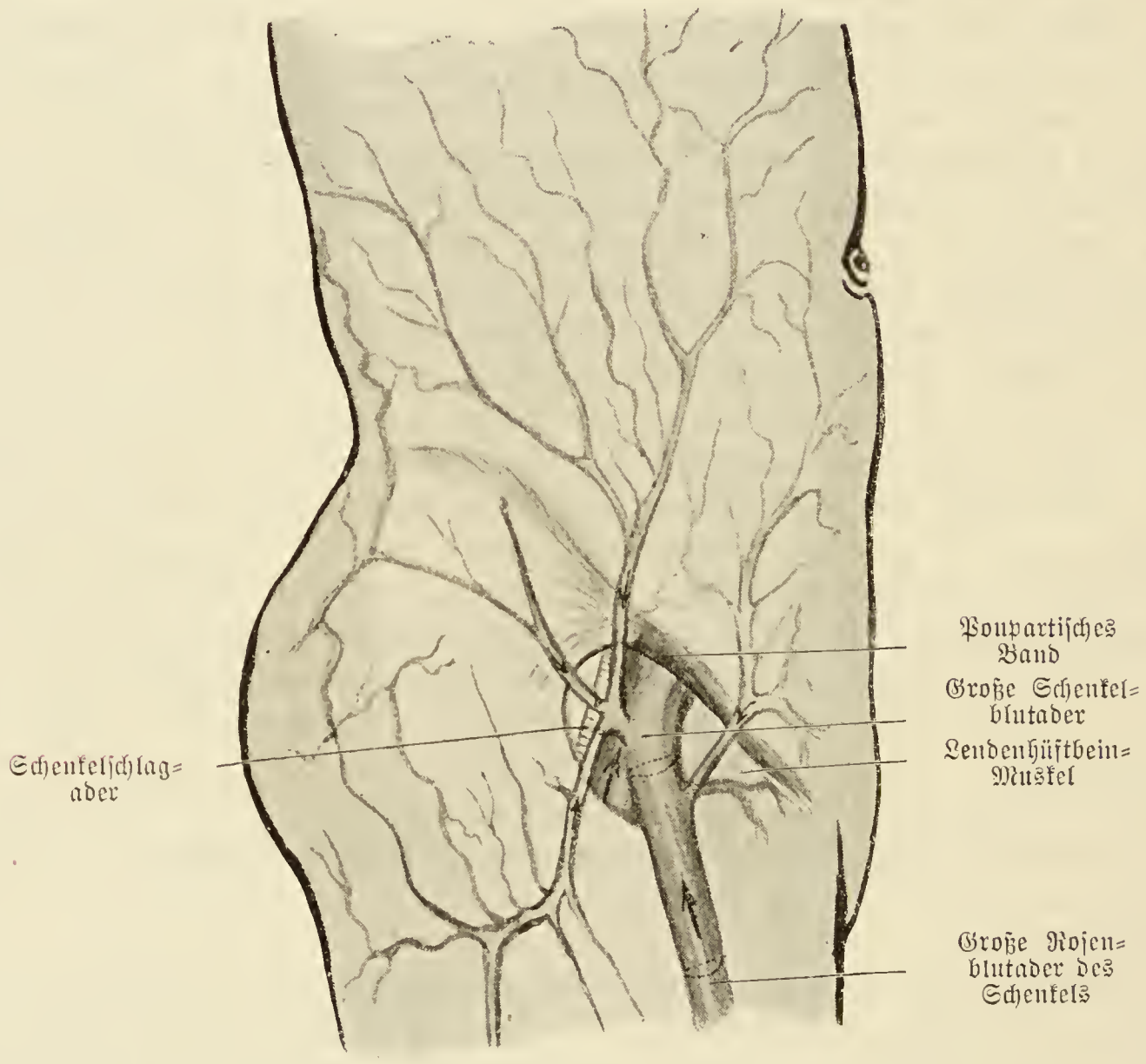


Fig. 293. Die Schenkelblutader im Schenkelkanal und ihre Beziehung zum Poupartischen Band. Die Pfeile geben die Richtung des Blutstromes an (nach Braune).

ein Fließen des Blutes nur nach einer Richtung gestatten: das Blutaderblut wird nach dem Herzen hin gepumpt durch den an dieser Stelle bestehenden „Saug- und Druckapparat“ (Braune). Ein ähnlicher Mechanismus findet sich am Halse über dem Schlüsselbein für die Blutaderstämme der Arme und des Halses.

Nun sind die Bewegungen, welche das Bein beim Bergsteigen, beim Laufen, beim Rudern im Gleitsitz, beim Schwimmen und beim ausgreifenden Marsch macht, solche, bei welchen rhythmisch starke Beugung und Streckung des Schenkels wechseln, und damit auch rhythmisch dieser Hilfsmechanismus des Blutaderkreislaufs in Thätigkeit gesetzt wird.

Blutüberfüllung der Beine bei langsamem Gehen.

Nur wenn solche Bewegungen als Dauerbewegungen sehr langsam und mit geringfügigem Bewegungsumfang ausgeführt werden, wird diese Anregung auf die Blutbeförderung in den Blutadern sehr gering, und es wird der oben er-

wähnte, entgegengesetzte Einfluß der Schwerkraft des Blutaderblutes nicht überwunden. Es bleiben daher bei langsamem kleinschrittigen Gehen (behaglicher Spaziergang, kurzschrittiges leises Gehen bei Ordnungsübungen) die Beine blutüberfüllt, werden schwer. Während der rüstige Wanderer bei ausgreifendem muntern Marschschritt frisch bleibt, ist der langsam schlendernde Spaziergänger bald der Ruhe bedürftig — und doch leistet der erstere das vielfache an Muskelarbeit! Nur bei einer gewissen Schnelligkeit und Energie des Gehens wird die richtige Blutverteilung im Körper durch den Kreislauf gewahrt.

§ 127. Übung, Anstrengung und Ermüdung des Herzens.

Übung, Anstrengung und Ermüdung des Herzens.

Das Herz ist als Muskel so gut wie jeder andere Muskel dem Einfluß der Übung unterworfen. Da aber das Herz andauernd arbeitet, der bestträinierte Muskel ist, so verhält es sich auch hierin wie andere auf Dauerarbeit geübte und trainierte Muskeln: bei gewohnter rhythmischer Arbeit nimmt es an Kraft und Umfang nicht zu. Erst wenn es zu größeren als den gewohnten Leistungen vermocht wird, erhält es Wachstumsanregungen: der Herzmuskel wird dann kräftiger, seine Muskelwandungen dicker und fester.

Anstrengung des Herzens bei Kreislaufstörungen.

Solche Mehranforderungen an die Leistungskraft können sich dauernd einstellen, wenn krankhafterweise stete Störungen im Kreislauf stattfinden. Muß infolge solcher Störungen das Herz jedesmal eine größere Blutmenge bewältigen, so wirkt solches Mehr an Blutinhalt des Herzraumes durch seinen Druck auf die Herzwände dehnend, erweiternd. Namentlich leicht ist dies bei dem schwächeren rechten Herzen der Fall. Wenn Herzkrankheiten den vollen Schluß einer oder mehrerer Herzklappen hindern, so daß z. B. bei jeder Herzzusammenziehung ein Teil der in die Schlagadern zu werfenden Blutmenge zurückströmt, und jedesmal das Herz eine übergroße Menge Blut zu bewältigen hat, so ist die Folge eine dauernde Herzerweiterung. Durch starke Verdickung der Herzmuskulatur sucht der Herzmuskel dieses dauernde Mehr an Arbeit auszugleichen, kann viele Jahre hindurch eine außerordentlich größere Leistung vollbringen: schließlich aber ermattet das Organ, die überangestrengte Muskulatur entartet.

Bei solchen Zuständen ist es verderblich, das schon überbürdete Herz durch starke Leibesbewegung nun noch mehr zur Überanstrengung zu bringen, das mühsam hergestellte Gleichgewicht von Anforderung und Leistung zu stören. Mit einem Wort: Herzkranke sind von jeglicher Leibesübung fernzuhalten. Die gymnastischen leichten Übungen, namentlich der schwedischen Heilgymnastik, welche bei solchen Kreislaufstörungen eine Entlastung des Herzens bewirken können, sind nur unter fachmännischer Leitung zulässig.

Anstrengung des Herzens bei Leibesübungen.

Anders liegt die Sache bei Leibesübungen, welche vorübergehend Anstrengung und Ermüdung des Herzens verursachen.

Schnelligkeitsübungen.

Eine typische Anstrengung des Herzens mit folgenden schnell vorübergehenden Ermüdungserscheinungen bietet der Schnelllauf. Nach einem schnellsten Lauf, etwa nach einem Wettlauf über 200 Meter in 25 Sekunden schnellt die Zahl der Pulsschläge von 75 hinauf auf 180—200 und mehr; der Puls wird klein, selbst unregelmäßig, und setzt hin und wieder aus. Das bleiche Antlitz des am Ziel angekommenen Läufers verrät, daß die Herzkraft geschwächt ist: die Blutmasse im Körper ist schlecht verteilt, der große Kreislauf blutarm, der kleine in den Lungen dagegen überfüllt. Alles dies dauert aber für gewöhnlich nur wenige Augenblicke. Der Puls wird wieder voller und regelmäßiger, die Wangen röten sich wieder. Die Herzarbeit

bleibt noch eine Zeit lang beschleunigt, sinkt aber bald wieder, etwa nach 10—15 Minuten, zur Norm zurück.

Beim Fortsetzen eines solchen Laufs mit derselben Schnelligkeit wäre die Herzermüdung bald derart in die Erscheinung getreten, daß die Bewegung von selbst hätte unterbrochen werden müssen. Der Läufer hätte nicht mehr gekonnt. Das stimmt mit der bekannten Thatsache, daß ein schnellster Lauf über eine größere Strecke nicht mit derselben Schnelligkeit gelaufen werden kann, wie über eine kleinere Strecke. Der geübte Läufer muß eben gelernt haben, wie er je nach der zu durchlaufenden Strecke mit seiner Herzkraft haushält.

Bei jeder Schnelligkeitsbewegung, die den Zweck verfolgt in bestimmter Zeit eine möglichst große Strecke oder eine bestimmte Strecke in möglichst kurzer Zeit zurückzulegen, also beim Wettlauf, Wettrudern, Wettschwimmen, Wettradfahren u. dergl., wird die Herzarbeit stets bis zur Grenze der möglichen Leistungsfähigkeit gesteigert, und zeigt schließlich entsprechende Ermüdungserscheinungen. Letztere können bei Überanstrengung sich derart steigern, daß selbst Herzstillstand und Tod erfolgt. Der Siegesläufer von Marathon, der nach überbrachter Siegesnachricht tot auf dem Markte in Athen zusammenbricht, ist hierfür das klassische Beispiel.

Schnelligkeitsübungen im weiteren Sinne.

Zu solchen Wettübungen als Höchstleistungen gehört natürlich die Aufbietung größtmöglicher Willenskraft und Anstrengung. In dieser Hinsicht nähern sich die Höchstleistungen an Schnelligkeit den höchsten Kraftleistungen.

Anders bei den Schnelligkeitsübungen im weiteren Sinne. Hier steigt zwar auch in einer gewissen Zeit die Herzarbeit (und auch Lungenarbeit) bis zum Höchstmaß an: aber es kommt nicht gerade auf die nach Zeit und Raum engstbegrenzte Höchstleistung an Schnelligkeit an. Hier liegt das Gebiet der auf unsern Übungsplätzen vornehmlich betriebenen Schnelligkeitsübungen, des schnellen Laufs auf Befehl, der Laufbewegung bei den Bewegungsspielen, der Übung im schnelleren Rudern, Radfahren, Schwimmen und Bergsteigen. So wie sich bei solchen Übungen Anfänge von Atem- und Herzerschöpfung zeigen: wie Herzklopfen und außer Atem kommen, so wird die Bewegung gemäßigt oder unterbrochen.

Dauerübungen.

Endlich kann nun jede Schnelligkeitsbewegung so weit gemäßigt werden, daß Herz- und Lungenarbeit zwar ansteigen, aber nicht bis zur Grenze der Erschöpfung. Vielmehr bleibt die Herzthätigkeit bei lange dauernder Fortsetzung der Bewegung auf einer gleichen Höhe von Mehrarbeit, so daß ein Gleichgewicht zwischen Anforderung und Leistung dauernd hergestellt ist: die Schnelligkeitsbewegung wird zu einer Dauerbewegung. Auch hier giebt es eine Höchstleistung, welche in der Dauer begründet ist. Sie findet ihren natürlichen Abschluß nicht in der Ermüdung der Muskeln und Nerven allein, wie bei den Kraftübungen, nicht in der Ermüdung des Herzens und der Lungen allein, wie bei den Schnelligkeitsübungen, sondern in der Erschöpfung aller körperlichen Organverrichtungen: dem Zustand der Allgemeinermüdung. Dabei stehen der Herzmuskel und die Herznerven unter dem Einfluß der massenhaft im Blute angehäuften und umkreisenden Ermüdungsstoffe. Die Herzarbeit bietet nach übermäßigen Dauerleistungen für viele Stunden das Bild äußerster Schwäche: der Puls wird ganz klein und häufig. Ja nach erschöpfenden Gewaltmärschen, ferner nach schnellem Bergauffahren mit dem Rad hat man infolge Überarbeitung des Herzens schon wiederholt Todesfälle eintreten sehen. Auch dauernde Störungen der Herzthätigkeit, z. B. Blähung des rechten Herzens, kommen infolge solcher Überanstrengung vor.

Überarbeitung des Herzens.

Wert der Schnelligkeits- und Dauerübungen des Herzens.

Abgesehen von solchen vermeidbaren Überanstrengungen sind die Schnelligkeits- und Dauerübungen aber diejenigen, welche auf das Wachstum und die Leistungsfähigkeit des Herzens den weitestgehenden und günstigsten Einfluß üben. Sie

sind für die normale Entwicklung des Herzens geradezu unersetzlich. Wenn wir Beispiele auch aus dem Tierleben heranziehen, so ergiebt sich, daß bei Tieren, die meist eingepfercht gehalten der freien Bewegung entbehren, das Herz im Verhältnis weit kleiner ist als bei Tieren, die in der Freiheit an reichliche schnellste Bewegung gewöhnt sind. Auf je 1000 Körpergewicht entfallen z. B. beim Schwein nur 4,52, beim Menschen 5,00, beim Hasen 7,70, beim Reh 11,55 Herzgewicht (Ranke); das Reh hat sonach ein verhältnismäßig mehr als doppelt so großes Herz als das Schwein. Wir wissen, daß auch beim Menschen das Herz bei ungenügender Bewegung in der Jugend zu klein bleibt. Das bedingt aber nicht nur körperliche Schwäche und verminderte Leistungsfähigkeit, sondern leistet auch zahlreichen krankhaften Zuständen allen Vorschub. Namentlich fällt auf, daß bei Schwindsüchtigen — und Schwindsucht ist unsere verderblichste und weitverbreitetste Volkskrankheit, an der in Deutschland jeder dritte Mensch im produktiven Alter von 15—60 Jahren stirbt — der Herzmuskel fast durchgängig schwach entwickelt, das Herz zu klein ist.

Die Bedeutsamkeit, welche die Schnelligkeits- und Dauerübungen für die Erhaltung der Gesundheit und der vollen Leistungsfähigkeit haben, steht somit außer Frage.

Fettherz und Fettleibigkeit.

Bei krankhaften Veränderungen des Herzmuskels, namentlich aber bei Fettherz hat man diesen Einfluß der Schnelligkeitsübungen nutzbar gemacht, um den geschwächten Herzmuskel in schonender Weise wieder zu üben und zu kräftigen. Fettherz, d. h. stark fettumwachsenes Herz ist aber fast stets eine Folge allgemeiner Fettleibigkeit. Bei Fettleibigen sind es einerseits die Fettmassen in der Haut, welche den Blutlauf in den Blutadern erschweren; andererseits ist es die starke Anhäufung von Fett im Darmgekröse, welches das Zwerchfell nach oben drängt und dessen Arbeit stark erschwert. Infolgedessen tritt bei Fettleibigen schon nach mäßiger Anstrengung leicht Atemlosigkeit und Herzermüdung ein. Oertel, der zur Klarlegung all dieser Verhältnisse wesentlich beigetragen, hat zuerst das methodische sorgsam überwachte Bergsteigen in Verbindung mit Beschränkung der Flüssigkeitszufuhr zur Entlastung des Herzens, d. h. also ein richtiges „Tränieren“ des Herzmuskels, als heilgymnastische Maßnahme bei Fettherz und Fettleibigkeit vorgeschlagen.

Oertelkur.

Kraftübungen. Einfluß der Anstrengung.

Anders geartet als der Einfluß der Schnelligkeits- und Dauerbewegungen ist der der Kraftübungen. Alle Kraftübungen, bei welchen, wenn auch flüchtig, die Höchstkraft von Muskeln an Armen oder Schultern in Anspruch genommen wird, sind verbunden mit dem Vorgang der Anstrengung oder Pressung. Welche Einwirkung derselbe auf das Herz und den Kreislauf hat, sahen wir oben. Zweifellos ist dieser Vorgang, wenn er immer nur ganz flüchtig eintritt, bedeutungslos für das Herz. Tritt er aber in ausgedehnterem Maße und sehr häufig ein, z. B. beim gewohnheitsmäßigen Heben und Stemmen schwerer und schwerster Gewichte, welches sehr langsam erfolgt, dann bleiben auch dauernde Einwirkungen auf das Herz nicht aus. Daher zeigen sich nach dem vorwiegenden Betrieb nur solcher Kraftübungen oft genug Herzschwäche, Entartungszustände des Herzmuskels, Herzerweiterungen, wenn auch erst nach einer geraumen Zeit, ja nach einer Reihe von Jahren. Wiederholt habe ich Gelegenheit gehabt, hervorragende Athleten, d. h. Hantelstemmer zu untersuchen. Es machte fast stets einen traurigen Eindruck, der Gegensatz zwischen dem mehr wie kraftvollen muskulösen Oberkörper — und dem matt schlagenden schwachen Herzen.

Mißbräuchliche Anwendung der Anstrengung.

Der Ungeübte oder fehlerhaft Angewiesene ist geneigt bei Übungen, welche noch gar nicht das höchste Kraftmaß fordern, bereits den Vorgang der Pressung eintreten zu lassen. Diese Gewohnheit erleichtert zwar die bezügliche Bewegung, aber sie ist eine mißbräuchliche und soll durch die Willenskraft unterdrückt werden. Es ist daher eine wichtige Aufgabe des Turnlehrers, auf die Atemführung namentlich bei Gerätübungen genau zu achten, und den Schülern, so lange es sich nicht um

ausgesprochen äußerste Kraftanwendung handelt, zu untersagen, daß sie die Übung mit Unterbrechung des Atemganges und festem Schluß der Stimmritze ausführen. —

Der Einfluß, welchen die einzelnen Arten von Leibesübungen auf das Herz und den Blutkreislauf besitzen, soll weiter unten in Verbindung mit dem bezüglichen Einfluß auf die Atmung abgehandelt werden.

Entwicklung des Herzens und der Blutgefäße.

§ 128. Entwicklung des Herzens und der Blutgefäße.

Um festzustellen, inwieweit bei den Leibesübungen in den verschiedenen Lebensaltern die Herzthätigkeit besonderer Berücksichtigung benötigt, und inwieweit der Betrieb bestimmter Übungsarten sich mehr für dieses oder jenes Lebensalter eignet, ist es wichtig, die Wachstumsverhältnisse des Herzens und der Blutgefäße einer Betrachtung zu unterziehen.

Beneke fand aus zahlreichen Messungen und Wägungen folgende Mittelzahlen:

Alter:	Körperlänge:	Volum des Herzens:	Umfang der Hauptschlagader (Aorta) dicht über dem Herzen:
	cm	ccm	mm
nach der Geburt	49—52	20—25	20
Schluß des 1. Lebensjahres	68—72	40—45	32
„ „ 3. „	88—90	56—62	36
„ „ 7. „	112	86—94	43
13.—14. Lebensjahr	140—150	120—140	50
nach vollendeter Entwicklung	167—175	**215—290**	61,5
im reifen Mannesalter	167—175	260—310	68

Rechnete er diese Ziffern gleichmäßig auf 100 cm Körperlänge um, so ergab sich:

Lebensalter:	Verhältnismäßiges Volum des Herzens:	Verhältnismäßiger Umfang der Hauptschlagader:
	ccm	mm
nach der Geburt	40—50	40
Schluß des 1. Lebensjahres	46—54	45
„ „ 3. „	63—70	43
„ „ 7. „	75—80	39
13.—14. Lebensjahr	83—100	38
nach vollendeter Entwicklung	**130—168**	37,5
im reifen Mannesalter	150—190	40,0

Letztere Ziffer besagt also: daß der erwachsene Mann auf die gleiche Körperlänge eine 3—4 mal so große Muskelmasse des Herzens besitzt als das neugeborene Kind.

Für die Wachstumsgröße des Herzens, auf je ein Jahr berechnet, ermittelte Beneke folgende Ziffern, wobei das erste Lebensjahr mit seinen großen Wachstumsziffern außer Acht gelassen werden kann.

Das Herz wächst im:	jährlich um:	
2.—4. Lebensjahr	9 ccm	
5.—7. „	7 „	
7.—14. „	5,6—7,6 „	
während der Entwicklungszeit:	**19—30** „	wenn die Entwicklung 5 Jahre andauert,
	47,5—75 „	„ „ „ „ 2 „ „
	95—150 „	wenn die Entwicklung in einem Jahre

vollendet wird (solch überschnelle Entwicklung kommt namentlich beim weiblichen Geschlecht nicht selten vor).

Aus alledem geht hervor:

1. Während das Volum des Herzens vom Kindesalter bis zur vollendeten Entwicklung um das zwölffache zunimmt, wächst der Umfang der Schlagader nur um das Dreifache.

Beim Kinde ist das Herz verhältnismäßig klein, die Blutgefäße sind weit. Daher ist hier der Blutdruck gering, das schneller arbeitende Herz treibt in schnellerem Strom die Blutflüssigkeit durch den Körper. Der Stoffaustausch zwischen Blut und Geweben ist ein großer. Wachstum und Stoffansatz haben beim Kinde ihre vorzugsweise Bedeutung.

2. Der entscheidende Umschwung in dem Verhältnis der Herzgröße zur Weite der Schlagadern vollzieht sich in der Zeit der Reifeentwicklung. Das Herz wird thatsächlich in den Entwicklungsjahren um das Doppelte größer. In derselben Zeit wird die Hauptschlagader nur wenig, etwas mehr als um ein Fünftel weiter. Hier entspricht also nach vollendeter Entwicklung ein verhältnismäßig großes Herz einem engen Schlagadersystem, der Blutdruck steigt, das Herz muß langsamer und mit weit größerer Kraft arbeiten.

§ 129. Übungsbedürfnis des Herzens.

Übungsbedürfnis des Herzens.

„Wenn eine praktische Hygieine Wahrheit werden soll, sagt Beneke, so sollte sie an erster Stelle die Entwicklung eines kräftigen Herzens ins Auge fassen." In der That: eine normale Entwicklung des Herzens vor und in der Reifezeit ist für die gesamte Körperentwicklung, ist für den Bestand der Gesundheit, ist für die Gesamthöhe der körperlichen Leistungsfähigkeit und Widerstandskraft von ausschlaggebender Bedeutung.

Die vorstehend erörterten Entwicklungsgesetze zeigen aber schlagend, daß gerade bei den Heranwachsenden vor und in der Entwicklungszeit das Herz besonderer Anregung zum Wachstum, d. h. besonderer Übung bedarf.

Einwirkungen des Schullebens.

Dies Bedürfnis wird aber doppelt dringend gegenüber den besonderen Einwirkungen, welche das Schulleben, die andauernde Sitzhaltung der Kinder für einen großen Teil des Tages mit sich bringt. Förderung des Wachstums und der Ernährung durch Belebung der Atmung, des Kreislaufs und des Stoffwechsels ist im Sinne gesundheitlicher Erziehung der Hauptgesichtspunkt, nach welchen Leibesübung und Leibesbewegung der Jugend vor begonnener Entwicklung geboten werden muß. Dies umsomehr, als die Sitzstunden in der Schule dem sogar entgegenwirken.

Das erste zur allseitigen Anregung des Stoffwechsels ist ein reger, ungehinderter Kreislauf des Blutes, und gerade der Blutkreislauf wird in den Sitzstunden erschwert. Fallen doch hier die beiden Hilfskräfte des Kreislaufs gänzlich aus: Bewegung und ausgiebige Atmung. Denn auch die Atmung wird beim Sitzen auf der Schulbank auf ein Mindestmaß herabgedrückt. Erst reichliche Bewegung belebt wieder den Kreislauf, entlastet das unter ungünstigen Verhältnissen in der Sitzhaltung arbeitende Herz und schafft ihm befreiende Übung im rechten Gleichmaß.

Wir wissen aus den Untersuchungen von Axel Key, welch schädigenden Einfluß auf die blutbildenden Organe beim Kinde der Eintritt ins Schulleben ausübt. Während nach dem ersten Schuljahre — die Erhebungen bezogen sich auf tausende von Schulkindern Stockholms — jedes 13. Kind blutarm und bleichsüchtig war, war

es nach dem zweiten Schuljahre schon jedes 5. Kind! Die Verkümmerung der Thätigkeit von Lunge und Herz im Schulleben ist aber der Hauptgrund zu dieser Zunahme von Blutarmut und Bleichsucht während der Schulzeit.

Wert der Schnelligkeitsübungen für die Jugend.

Entwicklungsgeschichtliche Gründe sowohl wie die besonderen Einwirkungen des Schullebens lassen daher die Übung des Herzens als eine Hauptaufgabe der Leibesübungen unserer Jugend erscheinen. Die Schnelligkeitsübungen, vornehmlich in Form der Bewegungsspiele, werden dieser Aufgabe zumeist gerecht.

Leichte Freiübungen an Ort entbehren des stärkeren Einflusses auf Herz und Lungen; bei Gerätübungen ist dasselbe der Fall; abgesehen davon, daß hier die Möglichkeit der Anstrengung beim noch ungeschickten und ungeübten Kinde mehr wie nahe liegt. Der Vorgang der Anstrengung oder Pressung bedeutet aber beim Kinde eine weit stärkere Störung des Kreislaufs als beim Erwachsenen. Eben weil beim Kinde der Kreislauf und der Stoffwechsel lebhafter ist als beim Erwachsenen, und das Herz verhältnismäßig viel kleiner und schwächer, wirkt auch die Pressung viel stärker ein. Viel schneller macht sich Rückstauung in den Blutadern geltend, schwellen die Blutadern an, wird das Gesicht im Nu stark gerötet, ja nimmt infolge der Anstauung des kohlensäureüberladenen Blutes eine bläuliche Färbung an. Im gewöhnlichen Leben gewahrt man dies oft genug bei Vorgängen, welche genau so Pressung verursachen wie eine Muskelanstrengung: nämlich bei anhaltendem Schreien oder bei heftigem Husten. Aus diesen Gründen haben häufige und langdauernde

Kraftübungen bei Kindern vor der Entwicklungszeit.

Kraftübungen, wie z. B. langsames Stemmen von schwereren Hanteln ihre schweren Bedenken für das Alter vor vollendeter Entwicklung. Ihr Nutzen ist mehr wie fraglich, ihr Schaden in Bezug auf die Störung des Stoffwechsels aber zweifellos.

Schnelligkeitsübungen vor und während der Entwicklungszeit.

Genau umgekehrt verhält es sich mit den Schnelligkeitsübungen, namentlich solchen, die nicht in bestimmter kurzer Frist eine Höchstleistung anstreben, also den Charakter der Kraftübungen annehmen, wie Wettlauf, Wettradeln, Wettrudern. Denn der Umstand, daß das Herz klein, die Schlagader aber weit, und so der Kreislauf ungemein erleichtert ist, macht die heranwachsende Jugend zu Schnelligkeitsübungen besonders tauglich: Herz- und Atemerschöpfung gleichen sich schnellstens aus. So anhaltend zu laufen und zu rennen, wie der Knabe stundenlang beim Spiel, vermag der Erwachsene nicht mehr: seine Blutdruckverhältnisse sind eben ganz andere geworden. Wie spielend läuft ein Knabe treppauf zur drei oder vier Treppen hoch gelegenen elterlichen Wohnung, so und so oft im Tage. Der Erwachsene schreitet bedächtiger hinan, und oben angekommen verspürt er Herzklopfen und beschwerliches Atmen, welches ihn oft zwingt, einen Augenblick stehen zu bleiben und zu „verschnaufen", bis Herz- und Atemgang sich wieder beruhigt haben.

Leistungsfähigkeit des Herzens bei Erwachsenen.

Diese Leistungsfähigkeit des Herzens zu Schnelligkeitsbewegungen bleibt noch während der Entwicklungszeit eine ähnlich große. Die besten Stürmer im Fußball sind meist junge Leute von 16—19 Jahren; gute Leistungen im Wettlauf werden schon in diesen Jahren erreicht, und später wenig mehr übertroffen.

Ganz anders sind die Verhältnisse beim Erwachsenen bis zum kräftigen Mannesalter. Das Herz wird verhältnismäßig groß, muß mit starker Kraft unter hohem Druck das Blut in die engen Schlagadern pressen. Störungen der Herzthätigkeit durch Herbeiführen höchster Herzanstrengung bis zu beginnender Herzermüdung werden nicht mehr so leicht und schnell ausgeglichen: Schnelligkeitsübungen greifen weit stärker an als vor und während der Entwicklung.

Andererseits ist der Stoffwechsel ein verhältnismäßig geringer geworden. Da das Wachstum vollendet, stören angreifende Kraft- und Dauerübungen nicht mehr die Entwicklung, wie beim heranwachsenden Knaben und Jüngling. Daher im

Alter von 20—40 Jahren starke Leistungen nach Kraft und Dauer am ehesten zu erzielen sind und am besten vertragen werden.

Dann aber beginnen sich langsam Verhältnisse geltend zu machen, welche vor allem in Bezug auf die Leistungsanforderungen an das Herz größere Vorsicht erheischen, da sie die Leistungsfähigkeit herabsetzen. Bei vielen stellt sich schon von den dreißiger Jahren an stärkere Fettleibigkeit ein und erschwert die Herzarbeit. Namentlich kommen nun auch die Altersveränderungen der Blutgefäße, und zwar besonders der Schlagadern, in Betracht. In der Zeit nämlich um das 40. Lebensjahr, beim einen früher, beim andern später, beginnen die Wände der Schlagadern an Elastizität einzubüßen, sie werden starrer, es lagern sich Kalksalze in ihnen ab. Die Schnelligkeitsübungen, in der Jugend die vornehmste Übungsart zur Kräftigung des Herzens und Anregung des Kreislaufs, sind nunmehr die ersten, welche sich verbieten. Nur in beschränkter Form, nämlich den Dauerbewegungen in mittlerem Zeitmaß sich nähernd, werden sie ohne Atem- und Herzerschöpfung ertragen. Anregende, nicht anstrengende Fußmärsche, behaglicheres Bergsteigen sind besonders zuträglich. Ebenso mäßiges Radfahren. Gefährlich werden Kraftübungen und wahre Muskelanstrengungen: das ohnehin unter erschwerten Verhältnissen arbeitende Herz erleidet leichter als früher dadurch dauernde Schädigung, Erweiterung des Herzens oder Entartungszustände der Herzmuskulatur. Durch verminderte Geschicklichkeit büßt das Gerätturnen an Reiz ein. Und doch ist es besonders wertvoll, die Bewegungsanreize für das Herz, ein vorsichtiges Trämieren des Herzmuskels, gerade in diesen Jahren sich nicht entgehen zu lassen. Namentlich wer in jüngeren Jahren sein Herz stark anzustrengen gewöhnt war, kann nichts schlimmeres thun, als beim Versagen des Herzens für stärkere Kraftleistungen nun die Flinte ganz ins Korn zu werfen und mit Leibesübungen überhaupt aufzuhören. Solch schroffen Wechsel erträgt der Herzmuskel nicht ohne Schaden. Wie bei jedem andern Muskel entarten auch seine Muskelfasern bei einem Mindermaß von Arbeit. Wenn auch der Jugend Kraft und überschäumende Lebensfülle dahin schwinden, einen erfreuenden Grad leiblicher Frische und Thatkraft wahrt sich sicherlich auch der Bejahrte am ehesten durch stetige Leibesübung und ausreichende Bewegung.

Altersveränderungen der Blutgefäße.

§ 130. Das Blut.

Das Blut.

Die Blutmenge, welche in unserm Gefäßsystem kreist, beträgt beim erwachsenen Menschen im Mittel etwa 5 kg, d. i. ein Dreizehntel des gesamten Körpergewichts. Das Blut hat eine rote Farbe; hellrot in den Schlagadern, dunkelrot in den Blutadern. Das Blut stellt jedoch keine gleichartig gefärbte Flüssigkeit dar, vielmehr besteht es aus einer farblosen Flüssigkeit, in welcher eine Menge kleiner Körperchen, die Blutkörperchen schwimmen. Die letzteren sind es, welche dem Blute seine Farbe verleihen.

Blutkörperchen.

Die Blutkörperchen sind so klein, daß sie nur durch das Mikroskop zu erkennen sind. Entnimmt man durch Einstich mit einer Nadel z. B. in eine Fingerkuppe und nachfolgendes Auspressen dem Körper ein etwa stecknadelkopfdickes Blutströpfchen, legt dieses auf ein Glasstückchen (Objektträger) und bedeckt es mit einem haardünnen, etwa 1 qcm großen Glasscheibchen (Deckgläschen), so wird nach leichtem Druck das Blutströpfchen sich als dünne gelbliche Schicht zwischen Objektträger und Deckgläschen, also über 1 qcm ausbreiten. Lege ich nun das Blutpräparat unter das Mikroskop, so werde ich bei etwa 500facher Vergrößerung eine kaum dem Umfang eines Stecknadelkopfs gleichkommende Stelle der über einen qcm ausgebreiteten Schicht vor Augen haben. In

Rote Blutkörperchen.

Weiße Blutkörperchen.

diesem kleinen Bruchteil des Bluttröpfchens gewahrt das Auge aber sofort viele hunderte von gelblich-grünen, in der Mitte leicht eingedrückten Scheibchen: die roten Blutkörperchen, denn sie sind es, welche in dickerer Blutschicht dem Blut tiefrote Farbe verleihen. Ganz vereinzelt zwischen diesen roten Blutscheibchen sehen wir auch farblose, leicht gekörnte, matt glänzende Scheibchen, meist etwas größer als die roten Blutkörperchen; dies sind die weißen Blutkörperchen (Fig. 294 und 295).

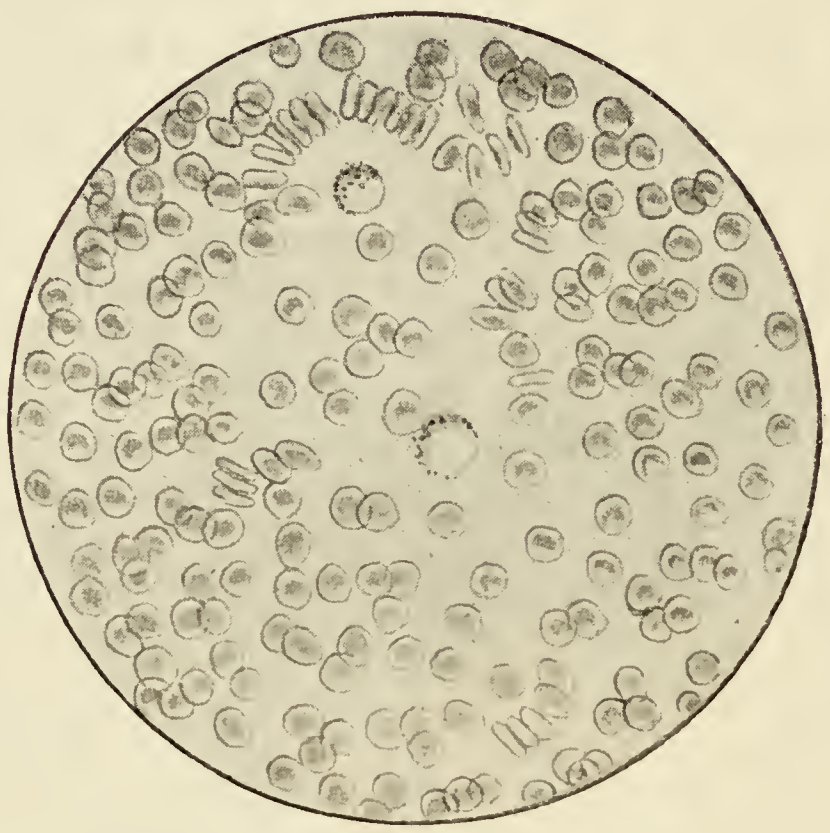


Fig. 294. Blutkörperchen bei 500facher Vergrößerung. An einzelnen Stellen legen sich rote Blutkörperchen, auf den Rand gestellt, in „Geldrollenform" zusammen. In der Mitte und nach links zu ein weißes Blutkörperchen.

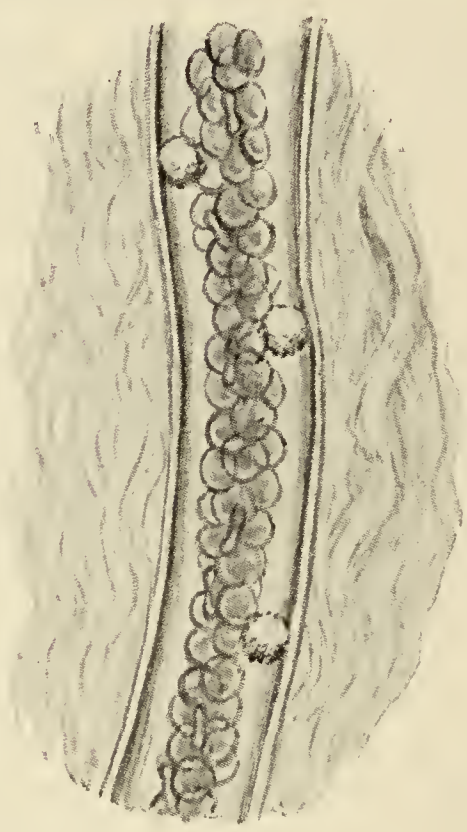


Fig. 295. Blutstrom in einem Blutgefäß unter dem Mikroskop. Die roten Blutkörperchen bewegen sich dichtgedrängt in der Mitte des Gefäßes, die weißen langsamer am Rande, d. h. an der Gefäßwand.

Verhältnis von roten zu weißen Blutkörperchen.

Im Mittel kommen auf 340 rote Blutkörperchen ein weißes. Bei Bleichsucht steigt die Verhältniszahl der weißen Blutkörperchen erheblich; noch mehr ist dies der Fall bei Erkrankungen des Blutes mit Untergang der roten und starker Vermehrung der weißen Blutkörperchen (Leukämie = Weißblutsucht). Ebenso ist bei Blutarmut die Zahl der im Blute schwimmenden roten Blutkörperchen stark vermindert.

Größe und Zahl der roten Blutkörperchen.

Der größte Durchmesser eines Blutkörperchens beträgt im Mittel 0,00774 mm. In einem cmm Blut befinden sich etwa 5 Millionen roter Blutkörperchen beim gesunden Menschen. In den roten Blutkörperchen befindet sich ein mit Eiweiß verbundener eisenhaltiger roter Farbstoff: das Hämoglobin.

Blutflüssigkeit.

Die farblose Flüssigkeit des Blutes, in welcher die Blutkörperchen schwimmen (an Masse machen die Blutkörperchen die kleinere Hälfte des Blutes aus, während die größere Hälfte aus Flüssigkeit besteht), heißt Blutflüssigkeit (oder Blutplasma). Dieselbe besteht zu 90% aus Wasser, in welchem Nährstoffe und Salze aufgelöst sind.

Es sind dies vor allem:
1. Eiweiß (etwa 8,2%),
2. Faserstoff oder Fibrin (etwa 0,8%),
3. Salze, namentlich Kochsalz (etwa 0,85%).

Solange das Blut sich im Röhrensystem der Gefäßwände befindet, und letztere unverletzt und gesund sind, bleibt das Blut gleichmäßig flüssig. Wenn aber das Blut aus der Gefäßwand austritt und mit der Luft in Berührung kommt, oder wenn ein fremder Körper (durchgezogener Faden z. B.) innerhalb der Gefäßwand mit dem Blute sich berührt, oder wenn die innere Gefäßhaut mechanisch (z. B. beim chirur-

gischen Unterbinden eines Gefäßes) oder durch Erkrankung Veränderungen erleidet: so geht an der betreffenden Stelle mit dem Blut eine Veränderung vor, die Gerinnung. Nämlich es scheidet sich der Faserstoff des Blutes in fester Form als Gerinnsel (Fig. 296) aus, und bildet zusammen mit den roten Blutkörperchen eine rote Masse, den Blutkuchen. Vermöge dieser Eigenschaft können bei kleineren Verletzungen die angeschnittenen oder zerrissenen Blutgefäße durch die entstehenden Gerinnsel sich von selbst verstopfen, und damit ist dann dem Weiterbluten ein Ziel gesetzt: die Blutung hört auf, „steht". Auf diese Weise stillen sich Blutungen aus Blutadern ohne jedes Zuthun, zumal die dünnen Wände einer Blutader leicht zusammenfallen; bei verletzten Schlagadern dagegen bewirkt das starre Rohr der Schlagader und der starke Blutdruck vom Herzen her, daß ein eben gebildetes Gerinnsel bei jedem Herzstoß immer wieder von Neuem herausgeschleudert wird, daher bei Schlagaderblutungen die Blutung nicht von selbst aufhört, sondern durch Verschluß des Gefäßes Verblutung verhindert werden muß.

Gerinnung des Blutes.

Fig. 296. Kleines Blutgerinnsel unter dem Mikroskop.

§ 131. Die Blutgase.

Blutgase.

Außer den festen und flüssigen Stoffen enthält unser Blut beträchtliche Mengen von gasförmigen Stoffen. Und zwar in der Hauptsache Sauerstoff und Kohlensäure; der in geringer Menge vorhandene, der Atemluft entnommene gasförmige Stickstoff ist ohne weitere Bedeutung.

Im Schlagaderblut befindet sich mehr Sauerstoff als im Blutaderblute, in letzterem mehr Kohlensäure. Der Sauerstoff ist es, welcher dem Schlagaderblut seine hellrote Farbe giebt; sowie das Blut ärmer an Sauerstoff wird, färbt es sich dunkler, bis zur Farbe des Blutaderbluts. Schüttelt man dunkles Blutaderblut mit Sauerstoff, so färbt sich dasselbe hellrot. Die Kohlensäure an sich hat keinen Einfluß auf die Blutfärbung.

Schlagader- und Blutaderblut.

Im Schlagaderblut des Menschen fand man 17 Volumprozent Sauerstoff
und 30,8 „ Kohlensäure.

Im Blutaderblut sind weniger etwa 8 Volumprozent Sauerstoff
und mehr etwa 9 „ Kohlensäure.

Bei Erstickten verschwindet fast aller Sauerstoff des Blutes, während der Kohlensäuregehalt stark zunimmt (bis zu 52,6 Volumprozent).

a) Der Sauerstoff des Blutes ist chemisch gebunden an das Hämoglobin, den eisenhaltigen Bestandteil der roten Blutkörperchen. Je reicher das Blut an roten Blutkörperchen, d. h. an Hämoglobin, oder mit andern Worten: je reicher das Blut an Eisen, um so mehr Sauerstoff vermag das Blut aufzunehmen. Die roten Blutkörperchen sind also die Sauerstoffträger; sie entnehmen der Lungenluft bei der Einatmung diesen Sauerstoff, tragen ihn durch den Körper, und geben in den Haargefäßen den Sauerstoff zum Unterhalt der Lebensprozesse ab.

Sauerstoff des Blutes.

Das Blut entnimmt der Lungenluft, welche 21 % Sauerstoff und 79 % Stickstoff enthält, bei jeder Einatmung eine gewisse Sauerstoffmenge. Dieselbe beträgt beim Erwachsenen in der Minute etwa 360 ccm oder 0,36 Liter Sauerstoffgas (bei 0° und mittlerem Barometerdrucke bestimmt). Bei heftigen Leibesübungen kann die Menge des ins Blut aufgenommenen Sauerstoffs anwachsen auf das 5—6fache. Rechnen wir das 5fache, so wären das in der Minute 1800 ccm oder nahezu 2 Liter Sauerstoffgas.

Gesamtoberfläche der roten Blutkörperchen.

Die Möglichkeit, daß in so kurzer Zeit, während des Durchströmens des Blutes durch die Wandungen der Lungenbläschen, eine so große Menge von Sauerstoffgas von den roten Blutkörperchen chemisch gebunden und in den Körper transportiert wird, ist gegeben dadurch, daß die Gesamtheit der Blutkörperchen eine außerordentlich große Oberflächenwirkung auszuüben vermag.

Man hat die Oberfläche eines roten Blutkörperchen beim größten Durchmesser von 0,00774 mm berechnet auf 0,000128 qmm.

Da in einem Kubikmillimeter Blut sich 5 Millionen roter Blutköperchen befinden, so beträgt die Gesamtoberfläche dieser

$$5\,000\,000 \times 0{,}000\,128 = 640 \text{ qmm.}$$

Das macht für den Kubikzentimeter Blut: 640 qcm
und für ein Liter Blut: 640 qm.

Rechnen wir die Gesamtblutmenge zu 5 Liter, so beträgt demnach die Gesamtoberfläche aller roten Blutkörperchen

$$5 \times 640 = 3200 \text{ qm oder } 32 \text{ Ar!}$$

Oxyhämoglobin. Giftiges Kohlenoxyd.

Die Verbindung des Sauerstoffs mit dem eisenhaltigen Hämoglobin der roten Blutkörperchen heißt Oxyhämoglobin. Es giebt noch eine andere Gasart, welche eingeatmet sich mit dem Hämoglobin verbindet, das ist das Kohlenoxyd. Dasselbe entsteht dann, wenn Kohlen (z. B. in unserem Stubenofen) unvollkommen, bei ungenügendem Zug, verbrennen. Ist dabei durch eine geschlossene Klappe am Ofenrohr oder sonst eine Ursache bewirkt, daß das gebildete Kohlenoxyd in die Zimmerluft eintritt, so erleiden bekanntlich in solcher Stube weilende Personen den Erstickungstod. Das Kohlenoxydgas, welches sich außer einem leicht süßlichen Geruch kaum bemerkbar macht, verbindet sich, in die Lungen eingeatmet, mit dem Hämoglobin des Blutes zu Kohlenoxyhämoglobin, verdrängt also den Sauerstoff, was alsbald Aufhören des Lebens zur Folge hat.

Außer im Kohlendunst kommt das Kohlenoxyd auch im Leuchtgas vor (18—28%), welch letzteres in gleicher Weise giftig wirkt.

Kohlensäure des Blutes.

b) Die Kohlensäure des Blutes ist zum größten Teil in der Blutflüssigkeit enthalten. Es wird bei jeder Ausatmung ein Teil derselben ausgeschieden. Nur in stark kohlensäurehaltiger Luft (z. B. in tiefen Kellern, Schächten, Bergwerksgruben) vermag die Kohlensäure des Blutes nicht auszutreten, sie häuft sich vielmehr schnell im Blute an und führt dadurch Erstickung herbei. —

Beim Kapitel „Atmung" werden wir auf den Gaswechsel in den Lungen noch näher zurückzukommen haben.

§ 132. Die Lymphgefäße.

Lymphgefäße.

Außer den Blutgefäßen befindet sich innerhalb der Gewebe des Körpers noch ein anderes System von saftführenden Gefäßen, die Lymphgefäße. Die Bewegung der in ihnen enthaltenen Flüssigkeit, der Lymphe, geht nur nach einer Richtung, nämlich zu den beiden größeren Lymphrohren, welche an der Wirbelsäule entlang laufend als Milchbrustgang in die linke, als rechter Lymphstamm in die rechte Schlüsselbeinblutader sich ergießen.

Die größeren Lymphgefäße sind wie die Blutadern mit Klappen versehen, welche dem Lymphstrom nur in einer Richtung sich zu bewegen gestatten.

Lymphdrüsen.

Der Lauf der Lymphgefäße wird durch zahlreiche Lymphdrüsen unterbrochen. Dieselben sind an verschiedenen Stellen des Körpers besonders angehäuft, so z. B.

in der Achselhöhle (Durchgangsstelle für die Lymphgefäße des Armes), in der Leistenbeuge (Durchgangsstelle für die Lymphbahnen der Beine), am Unterkieferwinkel am Halse, wo namentlich die von der Mundhöhle herkommenden Lymphgefäße münden. Zahlreiche Lymphdrüsen liegen ferner zwischen den Eingeweiden.

Die Lymphdrüsen, welche aus Knäueln von Lymphgefäßen bestehen, sind gewissermaßen Filter für den Inhalt der letzteren. Krankheitserregende Stoffe, im Lymphstrom fortgetragen, z. B. von einer kleinen vergifteten Wunde oder einem Eiterherd her, bleiben oft in den Lymphdrüsen haften, bringen diese zur Schwellung, Entzündung, selbst Eiterung. So schwellen bei einem Geschwür am Fuß oder an den Zehen die Drüsen in der Leiste oft schmerzhaft an, bei Erkrankungen in der Mund- und Rachenhöhle die Lymphdrüsen am Halse.

Die Lymphgefäße saugen die Durchtränkungsflüssigkeiten der Gewebe auf, und führen sie den Blutgefäßen wieder zu. Diese Durchtränkungsflüssigkeiten entstammen den Haargefäßen, sind aus diesen durchgesickert. Die Lymphgefäße sind es also, welche diese durchgesickerten Flüssigkeiten wieder ableiten, als „Drainage-Apparat" wirken.

Ein andere Rolle noch spielen die Lymphgefäße der Verdauungswerkzeuge. Dieselben nehmen aus dem Darmkanal den verdauten Speisebrei auf und führen denselben als milchige trübe Flüssigkeit durch den Milchbrustgang in den Blutstrom ein. Die Menge des Speisebreis, welche durch den Milchbrustgang in die linke Schlüsselbeinader sich ergießt, wird beim erwachsenen Menschen auf 3 kg in 24 Stunden geschätzt.

IV.

Atmungsorgane und Atmung.

§ 133. Übersicht über die Atmungsorgane.

Übersicht über die Atmungsorgane.

Die Atmungsorgane bringen 1. die Außenluft in den Körper, und ermöglichen deren Wechselwirkung mit dem Blute derart, daß das Blut der eingeatmeten Luft die zur Unterhaltung des Stoffwechsels nötige Sauerstoffmenge entnehmen kann; 2. entfernen sie die durch den Stoffwechsel gebildete giftige Kohlensäure aus dem Blute und reinigen so das Blut.

Die Atmungsorgane beginnen im Kopfe mit der Nasen- und der Mundhöhle, welche beide in die Rachenhöhle einmünden. Es folgen weiterhin in der vordern Halsgegend der Kehlkopf, die Luftröhre, und in der nach unten vom Zwerchfell abgeschlossenen Brusthöhle die Lungen. Letztere sind der eigentliche Luftbehälter. Die in die Lungen durch Erweiterung der Brusthöhle einströmende Luft muß also vorher die Nasenhöhle, den Rachen, den Kehlkopf und die Luftröhre nacheinander passieren, die durch Zusammensinken der Wände der Brusthöhle ausströmende Luft denselben Weg wieder zurücknehmen.

§ 134. Die Nasenhöhle.

Nasenhöhle.

Die Nasenhöhle beginnt am hinteren Umfang der Nasenlöcher, und mündet nach hinten mit zwei großen Öffnungen, den Choanen, in die Rachenhöhle. Der Bau der Nasenhöhle ist bereits oben (S. 15) näher beschrieben, worauf hier hingewiesen sein mag.

In der Schleimhaut der Nasenhöhle enden, durch die Löcher des Siebbeins von der Schädelhöhle her hinabtretend, in zahlreichen Ästen und Verzweigungen die Geruchsnerven.

Die Nasenhöhlen bieten dadurch, daß die durch die engen Nasengänge hinstreichende Einatmungsluft allenthalben mit der feuchten warmen Schleimhaut sich berührt, einen wirksamen Schutz für die tieferen Atmungsorgane. Die Einatmungsluft wird hier vorgewärmt, angefeuchtet; gröbere Staubteilchen bleiben an der feuchten klebrigen Nasenschleimhaut haften. Mit Recht wird darauf gehalten, daß bei Leibesübungen, welche stärkere Atemthätigkeit erfordern, z. B. beim Radfahren, Bergsteigen, Laufen, Rudern usw., gleichwohl so lange es eben geht, durch die Nase geatmet wird. Denn bei gesteigerter Atemthätigkeit müssen sich auch die möglichen Schädigungen, welche trockene, kalte und vor allem staubhaltige Einatmungsluft auf die Atmungsorgane bewirken kann, entsprechend steigern.

Nicht immer ist diese Vorschrift durchzuführen. Bei Höchstanstrengung der Atmung bis zur Atemnot hin ist man stets genötigt, den weiteren Luftweg zu benutzen und mit geöffnetem Munde ein- und auszuatmen, nach Luft mit dem Munde zu „schnappen". Bei den nicht seltenen Schwellungen der Nasenmuscheln wird der Weg, den die Atemluft durch die Nase nehmen soll, oft aber derart enge, daß entweder stets auch durch den offenen Mund geatmet wird, oder doch schon geringere Steigerung der Atemthätigkeit, z. B. bei Turnübungen, etwas schnellerem Marsch, langsamem Lauf, genügt, um die Mundatmung zu Hilfe nehmen zu müssen.

Nasenbluten.

In der weichen Nasenschleimhaut finden sehr leicht Zerreißungen kleiner Blutgefäße statt, und geben zu mehr oder minder starken Blutungen Anlaß. Für gewöhnlich stehen diese Blutungen bald von selbst; dauern sie aber etwas länger an, so mag man kaltes Wasser aufschnaufen lassen, oder, wenn man es zur Hand hat etwas Alaunlösung (eine kleine Messerspitze auf eine Tasse Wasser). Auch Hochheben des der blutenden Nasenseite gleichsinnigen Armes ist empfohlen worden. Bei sehr heftigen Nasenblutungen ist zur Verstopfung der Nasenhöhle von vorn und von hinten (Choane der betreffenden Seite) ein Arzt zu holen. In seltenen Fällen tritt jedesmal bei Nasenbluten ein großer Blutverlust ein — Bluterkrankheit. Bei damit behafteten Schülern oder Schülerinnen ist alles zu vermeiden, was Anlaß zum Nasenbluten geben kann. Dazu gehören auch Turnübungen, namentlich solche, die mit Anstrengung verbunden sind, ferner Sturzhänge, Abhänge, Wellen usw. Es empfiehlt sich daher, derlei Angstkinder von der Teilnahme am Turnunterricht zu entbinden.

Mund- und Rachenhöhle.

§ 135. Die Mund- und Rachenhöhle (Fig. 297).

Die Mundhöhle beginnt mit der von den Lippen umsäumten Mundspalte. Sie wird seitlich begrenzt von den beiden Backen; ihr Dach bildet der harte Gaumen, an welchen sich der weiche Gaumen anschließt; den Boden der Mundhöhle bildet die fleischige und bewegliche Zunge. In der obern Fläche der Zunge oder dem Zungenrücken verbreiten sich die Enden der Geschmacksnerven.

Der weiche Gaumen hängt als bewegliche Scheidewand zwischen Mund- und Rachenhöhle vom harten Gaumen herab, und heißt daher auch Gaumensegel. In seiner Mitte verlängert sich das Gaumensegel nach abwärts zu dem über dem Zungenrücken schwebenden Zäpfchen. Seitlich von diesem endet der weiche Gaumen in zwei auseinandergehende Schenkel, die Gaumenbögen. Zwischen den Gaumenbögen liegen die Mandeln, drüsige Gebilde, die bekanntermaßen häufig den Ausgangspunkt schwererer Erkrankung bilden (Mandelentzündung, Diphtherie).

Hinter dem Gaumensegel beginnt die geräumige Rachenhöhle oder der Schlundkopf. In denselben münden oben die Nasenhöhlen mit ihren beiden Öffnungen, den Choanen. Seitlich davon die kleinen Mündungen der Ohrtrompeten, welche zum Gehörorgan führen. Daher Erkrankungen des Rachens oder des hinteren

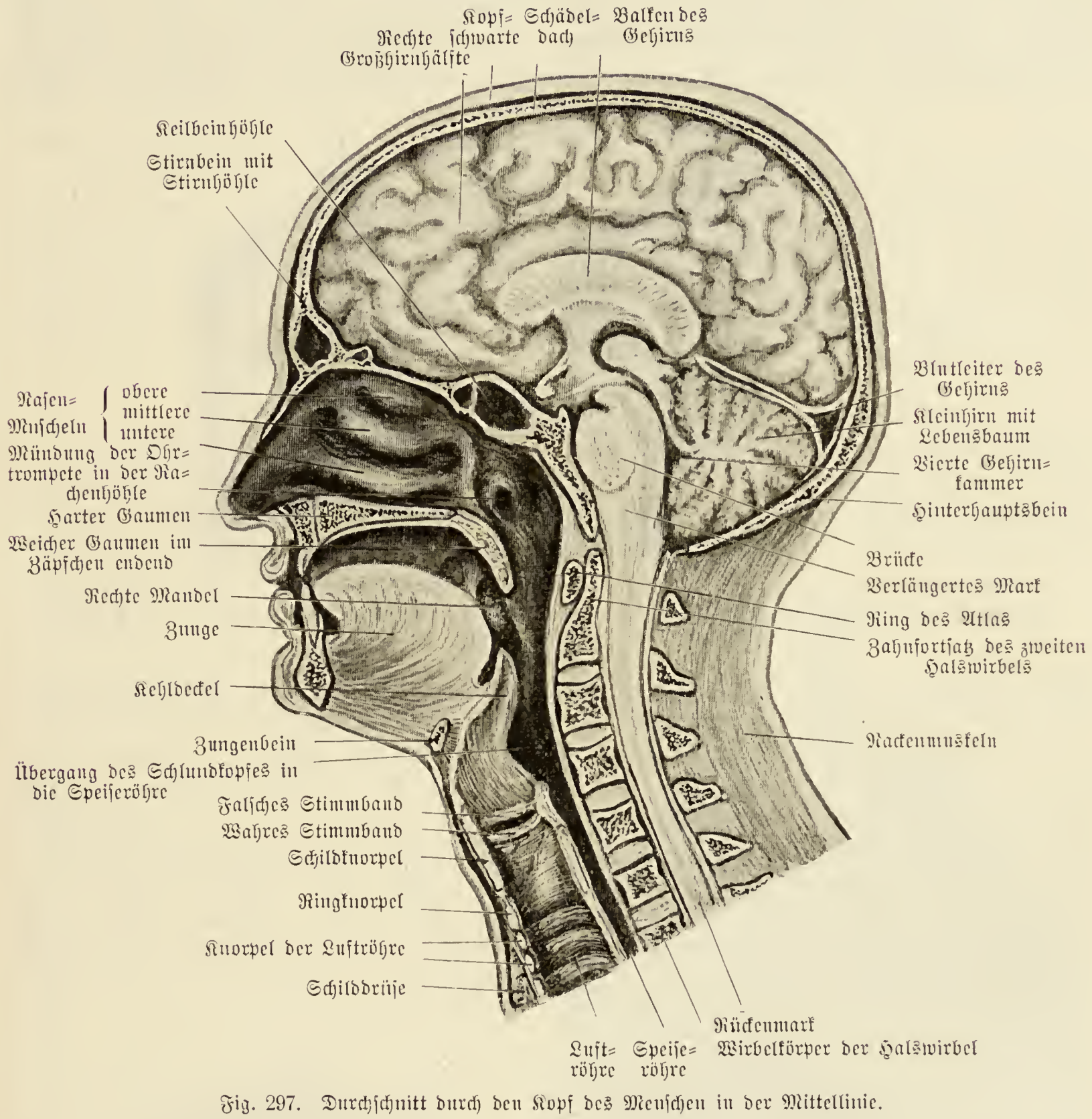


Fig. 297. Durchschnitt durch den Kopf des Menschen in der Mittellinie.

Teils der Nase leicht das Gehörorgan in Mitleidenschaft ziehen. Nach vorn steht die Rachenhöhle mit der Mundhöhle in Verbindung durch die Rachenenge zwischen dem unteren freien Rand des Gaumensegels und dem Zungenrücken. Nach unten hinten setzt sich der Schlundkopf trichterförmig fort in die Speiseröhre, während unten vorn sich der Eingang zum Kehlkopf, vom Kehldeckel überdacht, befindet.

§ 136. Der Kehlkopf.

Kehlkopf

Der Kehlkopf ist ein hohles aus Knorpeln zusammengesetztes Organ, welches der Luftröhre aufsitzt. Der mächtigste dieser Knorpel, welcher namentlich am mageren männlichen Halse einen starken Vorsprung bildet (den „Adamsapfel"), ist der Schild-

Kehldeckel. knorpel. Er sitzt dem Ringknorpel, der die Verbindung mit der Luftröhre herstellt, auf. Am oberen Schildknorpelausschnitt ist angeheftet der Kehldeckel, ein dünner biegsamer Knorpel. Mit der Zungenwurzel verbunden, stellt der Kehldeckel eine bewegliche Klappe über dem Kehlkopfeingange dar. Der freie Rand des Kehldeckels ragt in den Schlundkopf hinein. Der Kehldeckel legt sich beim Schlucken derart über den Eingang des Kehlkopfes, daß der Kehlkopf vollkommen geschlossen wird (Fig. 298 u. 299). Es wird so verhütet, daß Bissen oder Flüssigkeiten, welche

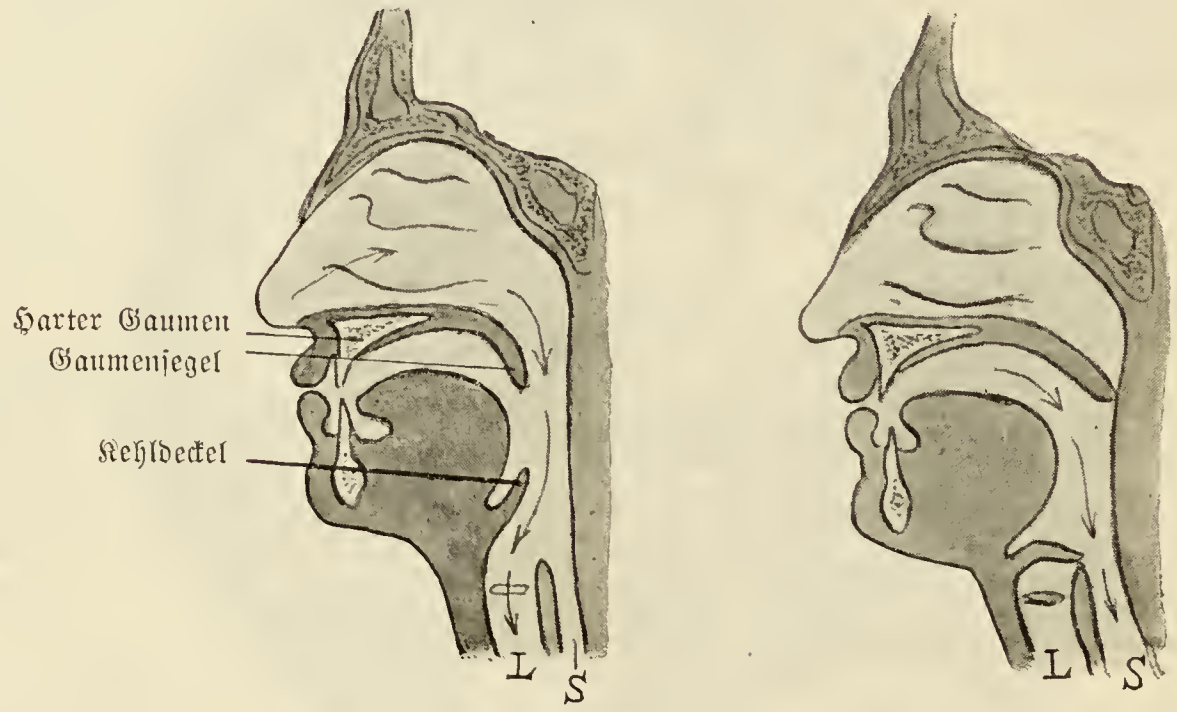


Fig. 298 u. 299. Stellung des Kehldeckels und des Gaumensegels beim Atmen (Fig. 298) und beim Schlucken (Fig. 299). L = Luftröhre. S = Speiseröhre.

auf dem Wege zur Speiseröhre den Schlundkopf passieren, einen falschen Weg nehmen, und in den Kehlkopfeingang und die tieferen Luftwege geraten.

Stimmbänder. Im Inneren des Kehlkopfes liegen die zwischen innerer Fläche des Schildknorpels und den kleinen Gießbeckenknorpeln ausgespannten wahren Stimmbänder, elastisch, sehnig und von weißer Farbe. Über den wahren die weicheren falschen oder oberen Stimmbänder, auch Taschenbänder genannt. Die wahren Stimmbänder lassen zwischen sich die Stimmritze, eine dreieckige Öffnung, welche beim Anlauten mehr oder weniger durch parallele Annäherung der Stimmbänder zu einem schmalen feinen Spalt verkleinert wird (Fig. 300). Fest geschlossen wird die Stimmritze bei dem früher beschriebenen Akt der Pressung oder Anstrengung.

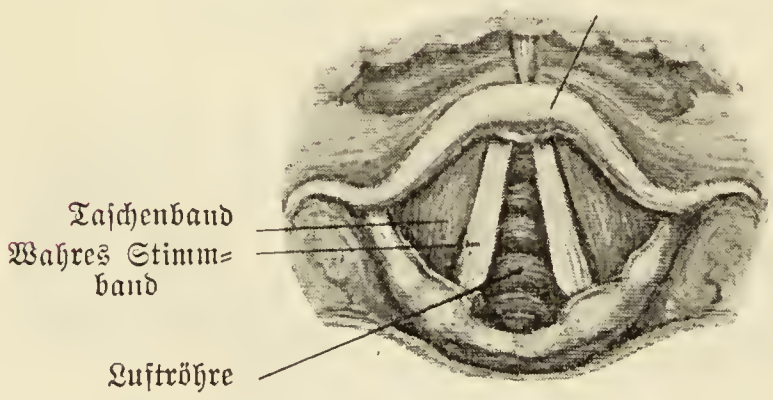


Fig. 300. Blick in den Kehlkopf von oben mittels des Kehlkopfspiegels beim ruhigen Atmen.

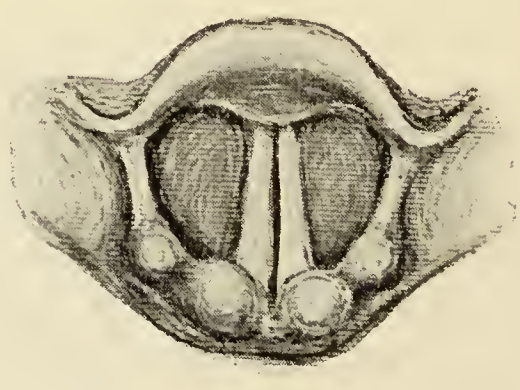


Fig. 301. Blick in den Kehlkopf von oben beim Anlauten. Die Stimmritze bis zu einem ganz feinen Spalt geschlossen.

Tonbildung. Der Kehlkopf ist nach Art einer Zungenpfeife gebaut, deren „Zungen“ die wahren Stimmbänder darstellen (Fig. 301). Die Schwingungen der wahren Stimmbänder sind es allein, welche den Ton erzeugen, die Lunge ist es, welche wie ein Blasebalg den genügend starken Luftstrom gegen diese Zungen bläst und sie in

Schwingungen versetzt. Je nachdem die Länge und Spannung der Stimmbänder verändert wird — dies bewirken die zahlreichen Muskeln des Kehlkopfs — ist die Tonhöhe eine verschiedene. Da beim Knaben bis zur Entwicklungszeit und bei dem Weibe stets die Stimmbänder kürzer sind und der Kehlkopf kleiner als beim reifen Manne, so liegt die Kinder- und Frauenstimme höher als die Männerstimme.

Während bei der Singstimme alle Töne mit Hilfe der Stimmbänder erzeugt werden, werden bei der Sprechstimme Geräusche und Töne als Stimmlaute verwendet, zu deren Hervorbringung die Mundhöhle mit ihren Teilen — Lippen, Zunge, Zähne, Gaumen — teils mitwirkt, teils allein beteiligt ist. Sprechstimme.

Die Vokale entstehen bei verschiedener Form der Mundhöhle, je nach Gestalt der Zunge und den Zwischenräumen zwischen dieser und dem harten Gaumen. Die Konsonanten sind reine Geräusche, die unabhängig vom Kehlkopf durch verschiedene Stellung der Lippen, des Gaumens und der Zunge zu einander und zu den Zahnreihen gebildet werden. Man unterscheidet demgemäß Lippen-, Zungen- und Gaumenlaute.

§ 137. Die Luftröhre.

Die Luftröhre ist ein beim Erwachsenen etwa 10—12 cm langes Rohr, welches in der Mittellinie des Halses nach vorne vor der Speiseröhre gelegen senkrecht nach abwärts verläuft. In die Wand der Luftröhre eingelassene Knorpelstücke, 16 bis 20 an der Zahl geben dem vorderen und seitlichen Umfang der Röhre einen gewissen Grad von Steifheit und Widerstandskraft. Diese Knorpelstücke haben die Form von unvollständigen — nämlich nach hinten offenen — Ringen. Denn die hintere Wand der Luftröhre ist nur häutig verschlossen und hängt zusammen mit der vorderen Wand der Speiseröhre. Luftröhre.

Die Luftröhre geht in der Tiefe der Kehlgrube hinter das Brustbein herab, und teilt sich in der Höhe des 3. bis 5. Brustwirbels in zwei seitlich auseinandergehende Äste, die Luftröhrenäste. Der rechte Luftröhrenast, welcher weiter und kürzer ist als der linke, geht zur rechten Lunge, und teilt sich wieder in drei Luftröhrenäste, entsprechend den drei Lappen der rechten Lunge. Der linke Luftröhrenast geht zur linken Lunge und teilt sich in zwei Zweige. Diese Luftröhrenzweige verästeln sich dann in der Lunge weiter zu feineren und feinsten Luftröhren (Fig. 302).

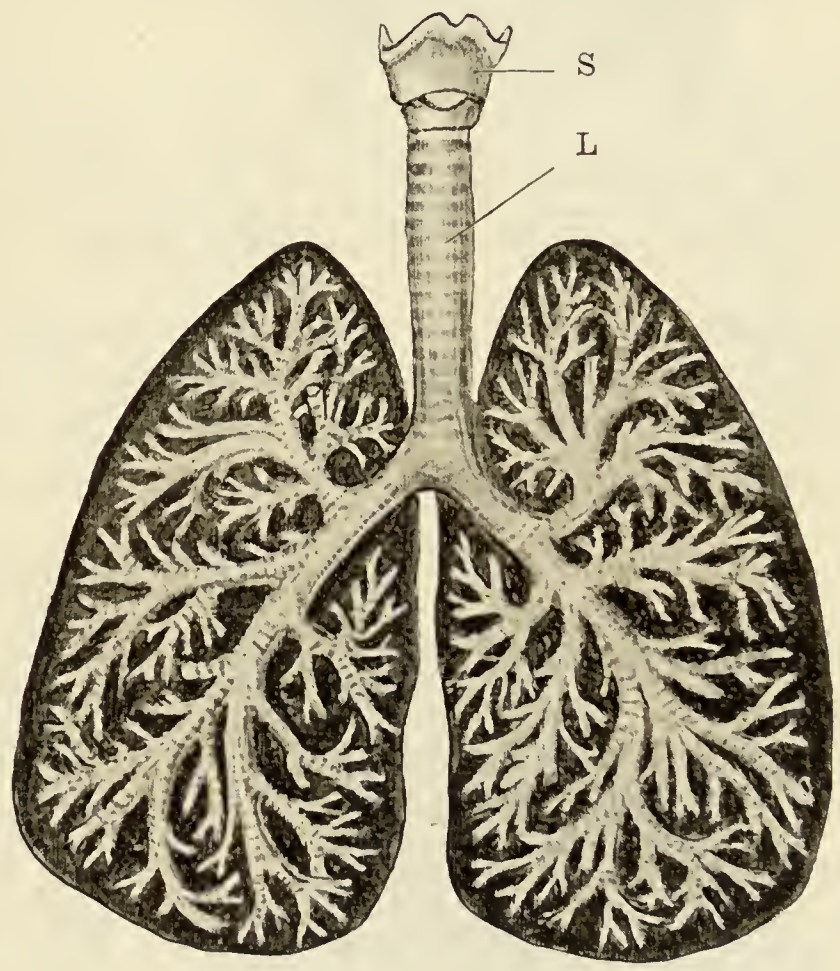


Fig. 302. Verzweigung der Luftröhren in den Lungen.
S = Schildknorpel. L = Luftröhre.

§ 138. Äußeres der Lungen.

Äußeres der Lungen.

Die Lungen füllen als zwei schwammige elastische Eingeweide, von kegelförmiger Gestalt mit stumpfer Spitze, das Herz zwischen sich fassend, die Brusthöhle aus. Mit der breiten Grundfläche (oder Lungenbasis) liegen sie der Wölbung des Zwerch-

fells auf, während die Lungenspitzen in die obere Brustöffnung hineinragen und vorne in der Tiefe der Oberschlüsselbeingrube kurz über dem Schlüsselbein enden (Fig. 303). Beim Neugeborenen rosenrot gefärbt, nehmen die Lungen bald eine blaugraue Farbe an, meist mit schwärzlichen Punkten — von im Lungengewebe eingelagertem Staub, namentlich Kohlenstaub herrührend — durchsetzt. Schon die Lage des Herzens mehr auf der linken Brustseite bedingt, daß die linke Lunge kleiner sein muß als die rechte. Die linke Lunge zerfällt durch einen tiefen, von hinten nach vorn gehenden Einschnitt in zwei Lungenlappen, die rechte Lunge durch mehrere solcher Einschnitte in drei Lappen.

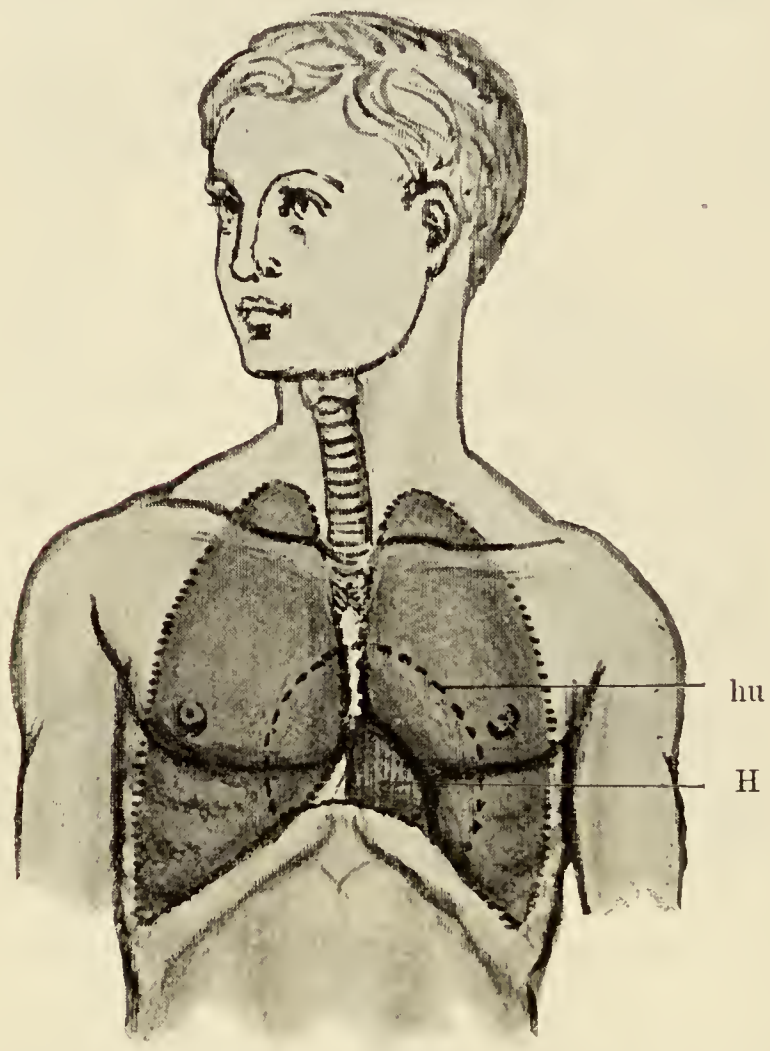


Fig. 303. Die Lage der Lungen und des Herzens im Brustraum. H der von den Lungen nicht überdeckte, unmittelbar hinter der Brustwand belegene Teil des Herzens; hu Linie des Herzumfangs in der Tiefe des Brustraums.

An den inneren einander zugekehrten Flächen der Lungen treten sowohl die Luftröhren als die großen vom Herzen kommenden zu- und abführenden Blutgefäße in die Lungen ein. Diese Stelle heißt die Lungenwurzel.

Die Oberfläche der Lungen ist von einer glatten Haut, dem Brustfell, überzogen. Dasselbe schlägt sich an der Lungenwurzel derart um, daß es (als Rippenfell) die innere oder Rippenwand des Brustkorbs ebensowohl als die obere Fläche des Zwerchfells überzieht. Das Brustfell bildet also einen geschlossenen Sack, in welchen die beiden Lungen derart eingestülpt sind, daß die beiden Platten dieses Sackes, der glatte Überzug der Lungen und die Auskleidung der Innenwand des Brustkorbs dicht aufeinander liegen. Die Lungen hängen also, nur an den Lungenwurzeln fest angeheftet, frei in den Brustraum hinein.

§ 139. Bau der Lungen.

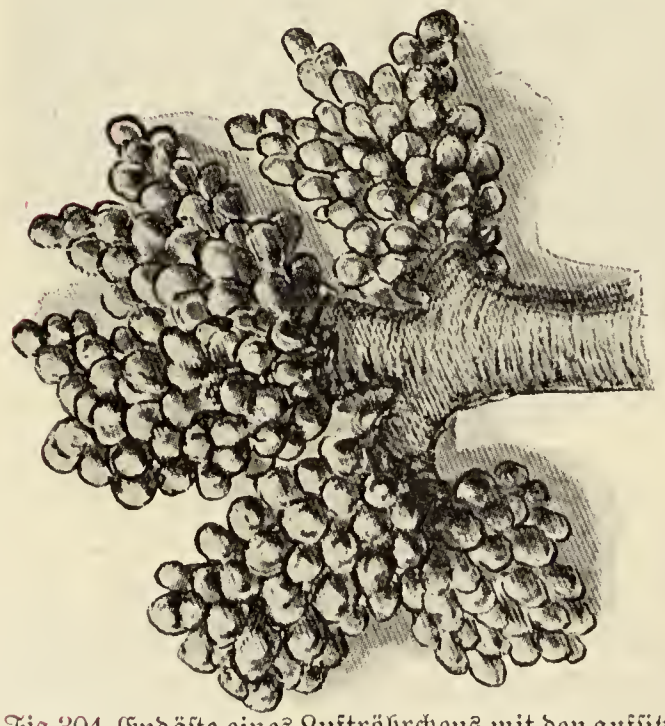


Fig. 304. Endäste eines Luftröhrchens mit den aufsitzenden Lungenbläschen (etwa 25fache Vergrößerung).

Wie oben beschrieben, teilt sich die Luftröhre zunächst in einen rechten und linken Ast, und jeder dieser in so viel Äste, als die Lunge der betreffenden Seite Lappen besitzt, also rechts drei, links zwei. Diese Luftröhrenäste teilen sich nun wiederholt in feinere und feinste Luftröhren. An den trichterförmig erweiterten Enden der feinsten Luftröhrenäste sitzen zahlreiche (20—60) kugelige Bläschen, die Lungenbläschen, deren Hohlraum mit dem Hohlraum des betreffenden Luftröhrenendes in Verbindung steht. Diese Endbläschen sitzen also den Enden der Luftröhrchen auf, wie die Trauben dem Stiel (Fig. 304). Die kugeligen Wände der Lungenbläschen sind dicht übersponnen mit dem Haar-

gefäßnetz der Blutgefäße der Lungen (Fig. 305) — und hier in den Lungenbläschen ist es, wo die durch die Luftröhren eingeatmete Luft mit dem Lungenblut in Wechselwirkung tritt: Sauerstoff an das Blut abgiebt und Kohlensäure aus demselben aufnimmt.

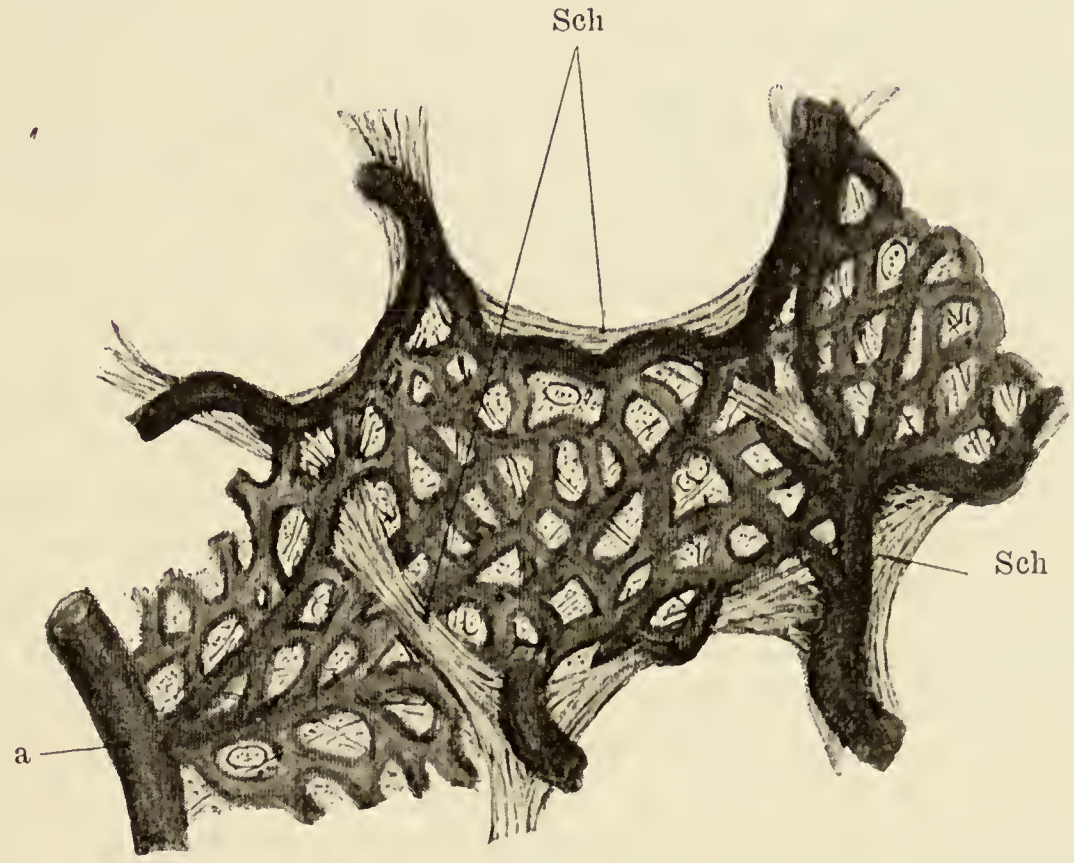


Fig. 305. Einige Lungenbläschen mit dem Netz ihrer Haargefäße. — Sch = Scheidewände der Lungenbläschen. a = kleiner Ast der Lungenschlagader. — Vergrößerung 300.

Die Zahl der Lungenbläschen hat man berechnet auf 1700—1800 Millionen. Die Oberfläche aller Lungenbläschen, nebeneinander ausgebreitet, würde 200 Quadratmeter Fläche bedecken, wovon 150 Quadratmeter auf die Haargefäße kommen. Nur dadurch, daß sich der chemische Gaswechsel in den Lungen auf eine so außerordentliche Atemfläche verteilt, wobei man noch die früher gegebene Ziffer der Gesamtoberfläche der roten Blutkörperchen des Blutes sich vor Augen halten muß (siehe oben S. 236), erklärt sich die außerordentliche Leistungs- und Anpassungsfähigkeit unserer Atemorgane und des Stoffwechsels in den Geweben.

§ 140. Äußere und innere Atmung.

Die Lungenatmung oder der Gaswechsel in den Lungen, bestehend aus Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe, heißt auch „äußere" Atmung. Derselben steht gegenüber die „innere" Atmung, d. h. der Gaswechsel, welcher sich zwischen dem Haargefäßblut und den Geweben vollzieht, indem umgekehrt vom Blute Sauerstoff abgegeben und Kohlensäure aufgenommen wird. Der Umfang der äußern oder Lungenatmung und der der inneren Atmung stehen in Wechselbeziehung zueinander, derart, daß der Umfang der inneren Atmung den der äußern beherrscht, und eine stärkere Steigerung der inneren Atmung, also der Stoffwechselvorgänge in den Geweben, entsprechende Steigerung der Lungenatmung selbstthätig sofort hervorruft.

§ 141. Mechanismus der Atmung.

Mechanismus der Atmung.

Die Atmung setzt sich aus zwei verschiedenen rhythmisch im Wechsel erfolgenden Vorgängen: der Ein- und der Ausatmung zusammen. Bei der Einatmung wird durch die Einatmungsmuskeln der Brustkorb erweitert. Da die Lungen der Brust-

wand dicht anliegen, so folgen sie dem Zug der Brustwände, indem Luft in die Lungen eingesogen wird, und die Lungen passiv erweitert, und zwar um so viel, als die Vergrößerung des Brustkorbs beträgt. Hören die Einatmungsmuskeln auf zu wirken, so vollzieht sich die Ausatmung derart, daß die Elastizität und Schwere der Brustwände, die Erschlaffung des Zwerchfells, sowie die Elastizität des Lungengewebes die vorher gedehnten Lungen wieder zusammendrückt, und eine entsprechende Menge Luft aus den Lungen wieder entweichen macht. Nur bei heftiger Ausatmung wird Muskelthätigkeit auch zur Verkleinerung des Brustraums in Anspruch genommen. Für gewöhnlich vollzieht sich bei ruhigem Atmen nur die Einatmung aktiv durch Muskelthätigkeit, während die Ausatmung ein passiver Vorgang ist. (Siehe die Übersicht über die bei der Atmung thätigen Kräfte S. 169.)

Die Arbeit der Einatmungsmuskeln geschieht, wie alle Muskelarbeit, auf Anregung von bestimmten Nerven aus. Für gewöhnlich erfolgen diese Bewegungsreize vollständig selbstthätig, d. i. automatisch, wie auch beim Herzen. Vollkommen selbstthätig wird die Atmung tiefer und schneller, sobald ein gesteigertes Bedürfnis dazu vorhanden ist, und kehrt zum gewohnten ruhigen Gang zurück, wenn Ursachen zu vermehrter Atemthätigkeit nicht mehr vorliegen. Die augenblickliche Anpassung an die vorhandenen Anforderungen bezüglich des Atemumfangs reguliert sich unwillkürlich mit wunderbarer Genauigkeit. Die Atemmuskeln können aber auch zeitweilig — zum Unterschied von der Herzbewegung — unmittelbar unserm Willen unterworfen werden. Wir können willkürlich bis zu einer gewissen Grenze die Atmung beschleunigen oder verlangsamen, ja für 1—2 Minuten ganz unterbrechen, wir können willkürlich flacher atmen oder die Atmung vertiefen usw. Sowohl diese willkürliche Beeinflussung des Atemgangs als die Ausnutzung der unwillkürlichen Regulierung der Atmung können wir zur Übung und Kräftigung der Atemorgane in Anspruch nehmen.

Umfang der Atmung.

§ 142. Umfang der Atmung.

Die Lungen können im Brustkorb ihren Luftgehalt niemals ganz abgeben: nur ein Teil der Lungenluft ist es, welcher beim Atmen dem Wechsel unterworfen oder „ventiliert“ wird.

Wir unterscheiden hinsichtlich des größtmöglichen Umfangs der Atmung folgende Luftmengen:

1. Die Residualluft oder rückständige Luft, das ist diejenige Luftmenge, welche auch bei stärkster Ausatmung in den Lungen zurückbleibt. Die Menge der Residualluft beträgt 1200—1700 ccm.

2. Reserveluft oder Ergänzungsluft nennen wir diejenige Luftmenge, welche bei ruhiger Ausatmung ebenfalls noch in den Lungen verbleibt, aber durch angestrengte Ausatmungsbewegung noch aus den Lungen ausgetrieben werden kann. Die Menge der Reserveluft beträgt beim kräftigen Erwachsenen etwa 1300—1800 ccm.

3. Respirationsluft oder Atmungsluft ist diejenige Luftmenge, welche bei ruhiger Einatmung eingenommen, bei ruhiger Ausatmung abgegeben wird. Diese bei ruhigem Atmen allein ventilierte Luftmenge beträgt nicht mehr als etwa 500 ccm.

4. Komplementärluft oder Hilfsluft ist die Luftmenge, welche nach ruhiger Einatmung noch obendrein durch weitere angestrengte Einatmungsthätigkeit in die Lungen aufgenommen werden kann. Diese Luftmenge beträgt etwa 1500 ccm.

Nach einer ruhigen Einatmung enthält also die Lunge die Luftmengen

$$1 + 2 + 3 = 3000—3900 \text{ ccm},$$

nach ruhiger Ausatmung $1 + 2 = 2500—3400$ ccm.

Es ist mithin bei ruhigem Atmen nur $^1/_6 - ^1/_7$ (500 ccm) der Lungenluft dem Luftwechsel unterworfen. Bei heftigster Ein- und Ausatmung kann diese Atemmenge (2 + 3 + 4) um etwa 3000 ccm, d. h. um das sechsfache vermehrt werden.

Werden bei ruhiger Ein- und Ausatmung bei 15 Atemzügen in der Minute

$$15 \times 500 = 7500 \text{ ccm} = 7{,}5 \text{ Liter}$$

ventiliert, so vermehrt tiefste Ein- und Ausatmung bei gleichbleibender Zahl der Atemzüge den Atemumfang schon auf das siebenfache:

$$15 \times 3500 = 52\,500 \text{ ccm} = 52{,}5 \text{ Liter.}$$

Wird dabei — wie dies bei heftiger Ein- und Ausatmung stets der Fall — auch noch die Zahl der Atemzüge vermehrt, so steigt die ventilierte Luftmenge bei 30 Atemzügen in der Minute auf

$$30 \times 3500 = 105\,000 \text{ ccm} = 105 \text{ Liter,}$$

bei 45 Atemzügen auf

$$45 \times 3500 = 157\,500 \text{ ccm} = 157{,}5 \text{ Liter,}$$

d. h. im ersteren Fall wird der Atemumfang um das 14fache, im letzteren Falle sogar um das 21fache erhöht. Thatsächlich kommen derartige Steigerungen des Atemumfanges bei heftigen Leibesübungen, wie z. B. bei schnellstem Lauf oder Radfahren oder Rudern vor, wie unten noch gezeigt werden soll.

§ 143. Fassungskraft der Lungen.

Die Luftmenge, welche nach stärkster Einatmung durch stärkste Ausatmung wieder ausgetrieben werden kann (also die Luftmengen 2 + 3 + 4 nach dem vorherigen), nennen wir die Fassungskraft oder die vitale Kapazität der Lungen. Dieselbe wird bestimmt mittels des Spirometers von Hutchinson (Fig. 306). Dasselbe besteht aus einer großen Glocke, welche in einem größeren Gefäß mit Wasser, durch Gewichte im Gleichgewicht gehalten, hängt. In diese Glocke mündet eine Röhre mit Mundstück. Macht man eine tiefste Einatmung, und bläst dann mit aller Kraft (tiefste Ausatmung) mittels des Mundstücks oder einer luftdicht an das Gesicht sich anlegenden, Nase und Mund einschließenden kleinen Maske in die Röhre, so gelangt diese Ausatmungsluft in die Glocke, die Glocke hebt sich in dem wasserhaltenden Gefäß, und läßt auf einer Skala die Menge der eingeblasenen Luft unmittelbar ablesen. — Der Apparat wird vielfach angewendet, um den Erfolg von Leibesübungen hinsichtlich der Steigerung der Atemtüchtigkeit ziffernmäßig festzustellen.

Fassungskraft oder vitale Kapazität der Lungen.

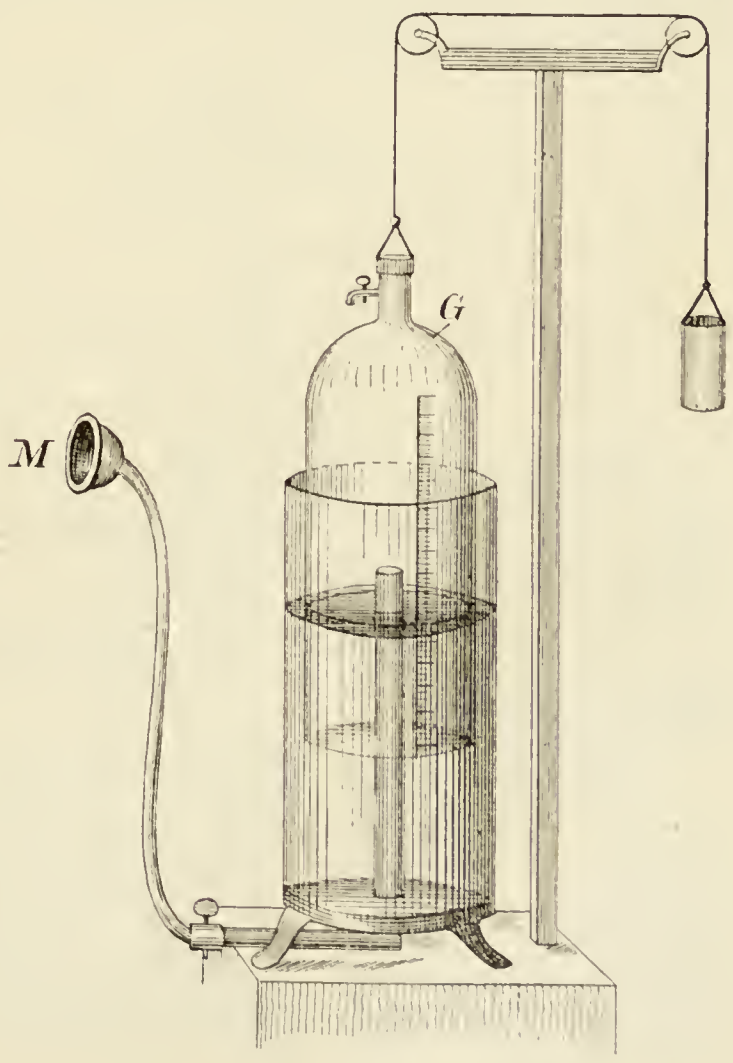


Fig. 306. Spirometer. M Mundstück der Röhre. G Glocke mit der Scala.

Das Maß der vitalen Kapazität der Lungen steigt mit der Körperlänge (im allgemeinen ist das Volum des Rumpfes 7 mal so groß als die vitale Kapazität). Sie ist jedoch beim Weibe eine geringere als beim Manne, und verhält sich zu der des Mannes bei gleicher Körperlänge wie 7 : 10.

Hinsichtlich des Lebensalters wächst die Fassungskraft der Lunge bis zu den Jahren der Vollkraft, und ist etwa im 35. Lebensjahr am größten. Vermindert wird sie in zunehmendem Grade bei einer über das normale Mittel hinausgehenden Körperfülle.

Brustmaß bei den verschiedenen Berufsarten.

Hinsichtlich der Berufsarten haben zahlreiche Messungen des Atemumfangs (Brustumfang bei tiefster Ein- und Ausatmung, ein Maß, welches nur annähernd auf die Größe der vitalen Kapazität schließen läßt) ergeben, daß im ganzen und großen eine normal entwickelte Brust nur der Landwirt und die im Freien arbeitenden Berufsarten besitzen; die in den Werkstätten thätigen Arbeiter haben eine geringere, und die in Fabriken, Kontoren und Läden beschäftigten Leute die am geringsten entwickelte Brust. „Die Brust erfordert, sagt Ammon mit Recht*), um zu ihrer vollen Entwicklung zu gelangen, eine häufige tiefe Ein- und Ausatmung frischer Luft."

Es sei noch erwähnt, daß Hutchinson nach seinen Messungen für den erwachsenen Engländer eine im Mittel um 500 ccm größere Vitalkapazität (3770 ccm) gefunden haben will, als für den erwachsenen Europäer des Kontinents angenommen wird (3200 ccm). Die Richtigkeit dieser Feststellung dürfte wohl sehr fraglich sein. Bei jungen Leuten, die regelmäßig Leibesübungen betreiben, ist eine vitale Kapazität von 3800—4500 ccm häufig; Kolb stellte bei der „schweren" Mannschaft des Berliner Ruderklubs sogar ein Durchschnittsmaß von 5600 ccm, bei der „leichten" Mannschaft ein solches von 4700 ccm fest.

Zahl der Atemzüge.

§ 144. Die Zahl der Atemzüge.

Die Zahl der Atemzüge in der Minute unterliegt ähnlichen Schwankungen wie die Zahl der Pulsschläge. Auf einen Atemzug kommen 3—4 Pulsschläge. Hinsichtlich der Häufigkeit der Atemzüge bei den verschiedenen Lebensaltern giebt Quetelet folgende Mittelzahlen an.

Alter:	Zahl der Atemzüge in der Minute:
Neugeborener	44
5 Jahr	26
15—20 „	20
20—25 „	18,7
25—30 „	16
30—50 „	18,1.

Bei geübten jungen Leuten mit wohlentwickelter Brust sind die Ziffern für das Alter von 20—30 indes geringere und betragen in der Ruhe beim Sitzen oder Stehen 12—15 in der Minute.

Am geringsten ist die Zahl der Atemzüge beim Liegen; sie wächst an beim Sitzen und noch mehr im Stehen. Erheblich wächst die Zahl der Atemzüge bei Muskelarbeit.

Von den beiden Akten der Atmung, die sich in rhythmischem Wechsel folgen, ist der der Einatmung etwas kürzer als der der Ausatmung. Nur bei einer Verengerung der Luftwege, welche die Einatmung zu einer mühsamen gestaltet, sowie bei eigentlicher Atemnot wird die Einatmung verlängert. Umgekehrt wird die Ausatmung mühsam und verlängert bei Lungenblähung (Emphysem), bei welcher ganze Gruppen von Lungenbläschen durch Schwund ihrer Zwischenwände zu großen Hohl-

*) O. Ammon, Die natürliche Auslese beim Menschen. Jena 1893. S. 134.

räumen, unter Verringerung der Atemfläche, zusammenfließen und die Elastizität des Lungengewebes schwindet (s. o. „faßförmige" Brust). Übermäßig häufige Anwendung des Aktes der Anstrengung oder Pressung beim Betrieb von Kraftübungen ist im stande, solche Lungenblähung, namentlich der unteren Lungenpartien, hervorzurufen.

§ 145. Atemsteigerung und Atemnot.

Atemsteigerung und Atemnot.

Die Atmung wird stets vermehrt und vertieft, wenn durch Lungenerkrankung die Atemfläche stark verkleinert ist; wenn Verengerungen der Luftwege bestehen; wenn starke Verminderung der roten Blutkörperchen bei Blutarmut den Umfang des Gaswechsels in den Lungen wie in den Geweben verringert; wenn der Blutkreislauf gestört ist usw. Da in allen diesen Fällen krankhafter Veränderungen die gewöhnliche Atmung nicht ausreicht, um genügenden Gasaustausch in den Lungen zu unterhalten, das Blut vielmehr bald sauerstoffarm und kohlensäureüberladen sein würde, so tritt entsprechende Steigerung der mittels Ein- und Ausatmung in der Zeiteinheit ventilierten Luftmenge ein, um den Mangel auszugleichen.

Eine gleiche Steigerung tritt ein, wenn durch vermehrten Stoffwechsel infolge von Muskelarbeit sich einerseits größere Mengen von Kohlensäure bilden und aus dem Blute fortgeschafft werden müssen, andererseits auch ein vermehrter Verbrauch von Sauerstoff durch gesteigerte Zufuhr zu decken ist. Wie wir oben sahen, wird der größere Sauerstoffbedarf zunächst dadurch befriedigt, daß der im Blute vorhandene Sauerstoff besser ausgenutzt wird, und daß weiterhin das Herz durch stark gesteigerte Thätigkeit das mehr-, ja das vielfache von sauerstoffhaltigem Blut durch die arbeitenden Muskeln treibt. Die Lungenthätigkeit aber ist es, welche vor allem die stärker auftretenden Kohlensäuremengen zu bewältigen, d. h. durch Steigerung des Atemumfangs aus dem Körper zu entfernen hat.

Zunahme der Kohlensäure bei Muskelarbeit.

Die Steigerung der Atemthätigkeit geht in gleichem Schritt mit der Steigerung der Kohlensäuremenge im Blute, und letztere steht im gleichen Verhältnis zu der in der Zeiteinheit geleisteten Arbeitssumme. Die größten Arbeitssummen, das ist früher gezeigt, leistet aber der Körper bei einer auf viele große Muskeln *verteilten* Arbeit. Eine solche kann geleistet werden, ohne daß ein einziger der in Anspruch genommenen Muskeln übermäßig zu arbeiten braucht und ermüdet, während umgekehrt eine *geringfügige* Muskelarbeit, wenn sie einem *verhältnismäßig sehr kleinen* Muskelbezirk aufgebürdet wird, letzteren bis zur vorübergehenden Arbeitsunfähigkeit überbürden und übermüden kann. Durch lokalisierte Kraftübungen kann man an den verschiedensten Stellen des Körpers einzelne kleinere Muskelbezirke zur Höchstleistung vermögen, starke Ermüdungserscheinungen, und das Gefühl einer ermüdenden Durcharbeitung der gesamten Muskulatur hervorrufen, ohne daß die geleistete Arbeitssumme von größerem Belang war, und ohne daß eine wesentliche Steigerung des Atemumfangs, eine stark vermehrte Ventilation der Lungenluft eintrat. Der Grad der örtlichen Muskelermüdung ist also durchaus kein Gradmesser für eine umfängliche und wirksame Steigerung der Atem-, Kreislauf- und Stoffwechselvorgänge im Körper.

Letztere werden vielmehr am wirksamsten und eingreifendsten durch *Schnelligkeitsübungen* in ihren verschiedenen Formen bewirkt.

Gesteigerte gleichmäßige Atmung.

Bei einer Schnelligkeitsbewegung tritt zunächst eine einfache Steigerung der normalen Atemthätigkeit ein: die Atemzüge werden vertieft, indem der Brustkorb unter stärkster Thätigkeit der eigentlichen Atemmuskeln und Zuhilfenahme der Arbeit der Hilfsatemmuskeln nach allen Richtungen hin erweitert wird; die Atemzüge werden ferner vermehrt, auf das Doppelte ihrer Zahl in der Zeiteinheit und mehr. Die Atembewegungen behalten dabei ihren gleichmäßigen Rhythmus.

Eine solche Steigerung der Atemthätigkeit zeigt sich bald bei Bewegungen wie Bergsteigen, munterm Marsch in der Ebene, langsamem Lauf, Radfahren, Rudern u. dgl. Werden solche Bewegungen derart in ihrer Schnelligkeit gemäßigt, daß nicht mehr Kohlensäure in den arbeitenden Muskeln auftritt, als die bewirkte Atemthätigkeit andauernd zu bewältigen, d. h. auszuscheiden vermag, so können sie lange Zeit hindurch in gleichem Schnelligkeitsmaß fortgesetzt werden, die Schnelligkeitsübung wird zur Dauerübung.

Was eine Dauerübung für die Atemthätigkeit bedeuten kann, lehre folgendes Rechenexempel. Wir sahen oben, daß bei ruhiger Atmung mit jedem Atemzug 500 ccm Luft, das sind in der Minute bei 15 Atemzügen 7,5 Liter, in der Stunde $60 \times 7{,}5 = \mathbf{450\ Liter}$ ventiliert werden. Nehmen wir an, daß bei einer tüchtigen Dauerübung der Atemumfang bei jedem Atemzuge auf das 3fache gesteigert werde, und die Zahl der Atemzüge auf das Doppelte, so würden bei jedem Atemzug ventiliert 1500 ccm, bei 30 Atemzügen in der Minute 30×1500 ccm $= 45$ Liter, und in der Stunde $60 \times 45 = \mathbf{2700\ Liter}$.

Dauerübungen mit solchem Atemumfang — z. B. strammer Marsch, Bergsteigen — können aber über mehrere Stunden ausgedehnt werden. Es leuchtet ein, welche Summe von Lungenübung sich in solchen Ziffern ausspricht.

Atemgang bei heftigen Schnelligkeitsübungen.

Anders wird das Bild, wenn eine heftige Schnelligkeitsübung, die anfangs nur jene rhythmische Steigerung des Atemumfangs hervorrief, mit dem Bestreben, ein Höchstmaß von Schnelligkeit zu erreichen, fortgesetzt wird (Lauf, Rudern). In solchem Falle wächst die Kohlensäuremenge im Blute derart an, daß der Atemumfang immer mehr gesteigert werden muß, die Zahl der Atemzüge auf 50—60 in der Minute, ja, weit darüber, anwächst. Dabei stellt sich zunächst eine Veränderung in der Art des Atemganges derart ein, daß die Einatmung länger wird, die Ausatmung kürzer. So kamen bei einem mittleren Lauf nach einiger Zeit 13 Laufschritte auf die Ein-, nur 5 auf die Ausatmung.

Weiterhin kommt dann aber eine Grenze — sie liegt je nach Übung und Leistungsfähigkeit bei dem einen früher, bei dem andern später — wo die gesteigerte Atemthätigkeit die wachsende Mehrbelastung nicht mehr zu bezwingen vermag: wo die Atmung und mit ihr die Körpermuskulatur zu versagen beginnt.

Atemnot oder Atemermüdung.

Dabei sind die Lungen mit Blut überfüllt; der große Kreislauf ist blutleer: eine Folge der gleichzeitig in die Erscheinung tretenden Herzermüdung. Das Antlitz wird fahl und bleich, alle Atem- und Hilfsatemmuskeln arbeiten mit äußerster Anstrengung. Am Zwerchfell äußert sich diese heftige Muskelarbeit, und zwar meist auf der linken Seite, in Schmerzhaftigkeit bei jedem Atemzug: Seitenstechen (wohl fälschlich auf die Milz bezogen). Der Mund ist weit offen, die Nasenflügel spielen. Die Änderung im Atemrhythmus, schon vorher begonnen, wird eine noch mehr ausgesprochene: die Ausatmung wird ganz kurz und stoßend, die Einatmung im Verhältnis dazu lang und tief, der Läufer, der Ruderer „ringt nach Atem", schnappt mühsam nach Luft. Auch nach heftigem Ringen oder schwerem Hantelstemmen kann ein solches Bild von Atemermüdung kurz sich einstellen. Die Störung des Atemrhythmus, d. h. die Verlängerung der Einatmung erklärt sich dadurch, daß der Übende instinktiv durch gewaltsame Einatmung die Entleerung der blutüberfüllten Lungengefäße in das rechte Herz zu bewirken und sich damit des äußerst quälenden Gefühls der Beengung auf der Brust zu erwehren sucht.

Diese ganze Summe von Erscheinungen nennen wir Atemnot oder Atemermüdung.

Wird bei den ersten Zeichen eintretender Atemnot die veranlassende heftige Bewegung entweder unterbrochen oder stark gemäßigt, so kehrt allmählich der normale

Atemrhythmus wieder, indem Aus- und Einatmung ruhiger und gleichmäßiger werden. Das gleichzeitig sich erholende Herz stellt das Gleichmaß im Kreislauf her, die Lungen werden von ihrer Blutüberfüllung entlastet, die Brust wird freier, das Antlitz rötet sich wieder. In wenig Minuten ist die Atemermüdung überwunden, ohne Spuren zu hinterlassen, und ist die frühere Leistungsfähigkeit wieder vorhanden.

Niederstürzen bei äußerster Atemlosigkeit.

In seltenen Fällen, wo man der beginnenden Atemlosigkeit nicht Rechnung trägt, wo man die Bewegung nicht einstellt oder doch mäßigt, sondern mit einer äußersten Willensanstrengung in dem erreichten Höchstmaß von Schnelligkeit noch fortzusetzen sucht, können Atemnot und Herzermüdung sich zu einer gefahrdrohenden Höhe steigern: das Bewußtsein schwindet, der überhetzte Läufer oder Radfahrer bricht nieder; man muß Belebungsmittel wie Besprengen mit kaltem Wasser, Riechen an Salmiakgeist, Reibungen der Körperoberfläche und dgl. anwenden, um den zu Boden Hingestreckten wieder zu beleben. So kann selbst einmal tödlicher Ausgang eintreten. Nicht gar so selten sind solche Fälle von Niederbrechen bei Berufsläufern oder Berufsfahrern vorgekommen, die ihr Alles daran setzten, um einen neuen unerhörten Record herauszuschlagen. Ähnlich können auch überhetzte Tiere mitten in schnellster Bewegung tot niederstürzen: z. B. Rennpferde bei Rennen, oder Brieftauben. —

Es ist also die Kohlensäureüberladung des Blutes infolge großer Arbeitsleistungen in kurzer Zeit, welche vorzugsweise den Zustand der Atemnot von selbst herbeiführt. Daher treten auch beim Atmen in stark kohlensäurehaltiger Luft, wo durch Behinderung der normalen Ausscheidung die Kohlensäure sich gleichfalls im Blute stark anhäuft, die gleichen Erscheinungen von Atemnot auf.

§ 146. Der Gaswechsel in den Lungen.

Gaswechsel in den Lungen.

Die uns umgebende Luft ist ein Gemisch von Gasen. Abgesehen von ihrem Wassergehalt besteht sie aus etwa

20,8 Volum % Sauerstoff,
79,2 „ % Stickstoff,
und etwa 0,03 „ % Kohlensäure.

Vergleicht man mit dieser Zusammensetzung der eingeatmeten Außenluft die Zusammensetzung der ausgeatmeten Luft, so enthält dieselbe im Mittel bei ruhigem Atmen etwa

16.033 Volum % Sauerstoff,
79.58 „ % Stickstoff,
4.38 „ % Kohlensäure.

Die ausgeatmete Luft ist also:

1. reich an Kohlensäure, und zwar enthält sie davon mehr als 100mal so viel wie in der atmosphärischen Luft enthalten ist,
2. ärmer an Sauerstoff, und zwar enthält sie etwa 4,78 Volumprozent weniger als die eingeatmete atmosphärische Luft.

Die Stickstoffmenge ist dieselbe geblieben: d. h. der gasförmige Stickstoff ist für den Körper indifferent; wie er eingeatmet wird, so wird er auch wieder ausgeatmet, ohne irgend eine Wirkung auf den Körper auszuüben.

Fassen wir die Menge des aufgenommenen Sauerstoffs (4,78 Volum %) und die der ausgeschiedenen Kohlensäure (4,38 Volum %) ins Auge, so ergiebt sich, daß bei ruhigem Atmen etwas mehr Sauerstoff aufgenommen als Kohlensäure ausgeschieden wird. Namentlich ist die Kohlensäureausscheidung im Verhältnis zur Sauerstoffaufnahme gering in der Nacht während des Schlafes.

Dies Verhältnis kehrt sich um bei vermehrter Atmung infolge von Muskelarbeit: Hier wird mehr Kohlensäure ausgeschieden als Sauerstoff aufgenommen wird.

Den Gaswechsel in den Lungen hat man beim Erwachsenen in 24 Stunden — während welcher keine größere Muskelarbeit verrichtet wurde — bestimmt auf:

Sauerstoffaufnahme: 744 g = 516 500 ccm oder 516,5 Liter,
Kohlensäureabgabe: 900 „ = 455 500 „ „ 455,5 „

dazu noch Wasser (als Wasserdampf gelöst) 330—640 g.

Die Größe des Gaswechsels in den Lungen unterliegt mancherlei Verschiedenheiten.

Altersverschiedenheit.

1. In Bezug auf das Alter. Bei Kindern ist die Kohlensäureausscheidung absolut zwar kleiner, aber doppelt so groß als beim Erwachsenen, wenn man ihre Menge im Verhältnis zum Körpergewicht berechnet. Der Stoffwechsel ist beim heranwachsenden Kinde also ein weit regerer.

Verschiedenheit nach Geschlecht und Körperverfassung.

2. In Bezug auf Geschlecht und Körperverfassung. Bei Männern ist der Gaswechsel in den Lungen im allgemeinen um ein Drittel, zur Zeit der Geschlechtsreife sogar um das Doppelte größer wie beim Weibe. Ebenso verbrauchen muskelkräftige Menschen mehr Sauerstoff und scheiden mehr Kohlensäure aus als Schwächlinge. Eine gesunde Entwicklung der Muskelkraft steigert also die Lebensvorgänge.

Einfluß des Lichts und der Kälte.

3. Ebenso werden die Lebensvorgänge gesteigert im Licht, namentlich im Freien, im hellen Sonnenlicht.

4. Von Einfluß ist auch die Wärme der Außenluft, und zwar nehmen bei zunehmender Kälte Zahl und Tiefe der Atemzüge zu; es wird mehr Sauerstoff aufgenommen, mehr Kohlensäure abgegeben.

Steigerung des Gaswechsels bei Muskelarbeit.

5. Eine erhebliche Zunahme erfährt der Gaswechsel in den Lungen als Ausdruck gesteigerten Stoffwechsels bei Muskelarbeit.

Wenn man nach Edward Smith die Atemgröße bei der Muskelruhe in Rückenlage bezeichnet mit 1, so wächst dieselbe

beim Sitzen	auf 1,18
„ Stehen	„ 1,33
„ Gehen von 1600 m in einer Stunde (langsamer Gang)	„ 1,9
„ „ „ 3200 „ „ „ „ (gewöhnlicher Spaziergang)	„ 2,76
„ „ „ 4800 „ „ „ „ (mäßiger Wanderschritt)	„ 4,3
„ „ „ 6400 „ „ „ „ (strammer Marsch)	„ 5,0
„ „ „ 9600 „ „ „ „ (starker Eilschritt)	„ 7,0
„ Dauerlauf	„ 9,0
„ schnellen Lauf	„ 13,0

Für das Rudern (Rennen über 2000 Meter in etwa 8 Minuten) berechnete Kolb eine Steigerung des Gaswechsels der Lungen auf das Zwanzigfache.

Es sei übrigens bemerkt, daß die Steigerung der Atemgröße auf das mehr- und vielfache nicht einer einfach gleichgroßen Steigerung des Gaswechsels entspricht. Bei sehr hastigem Atmen enthält die Ausatmungsluft nicht so viel Volumprozent Kohlensäure als bei ruhigem Atmen, wenn auch die Summe der ausgeschiedenen Kohlensäure eine größere ist, und mit Zahl und Tiefe der Atemzüge wächst. Vierordt giebt u. a. folgende Ziffern:

Größe des Atemzugs:	enthaltene Kohlensäure:
500 ccm	21 ccm
1000 „	36 „
1500 „	51 „
2000 „	64 „
3000 „	72 „ .

§ 147. Wassergehalt der Luft.

Wassergehalt der Luft.

Mit der Ausatmungsluft wird aus dem Körper auch Wasser in Dampfform ausgeschieden: durch Anhauchen einer kalten Glasscheibe können wir uns leicht den Wassergehalt des Atems anschaulich machen. Die Menge des Wassers, welche durch die Atmung aus dem Körper ausgedunstet wird, hat man auf 330—640 Gramm in 24 Stunden berechnet.

Diese Ausscheidung von Wasser mit der Atmungsluft gestaltet sich verschieden je nach dem Wassergehalt der uns umgebenden Luft.

Der atmosphärischen Luft sind stets Wasserdämpfe beigemengt. Die Größe des Wassergehalts ist aber eine stark wechselnde. Je wärmer die Luft, eine um so größere Wassermenge vermag sie aufzunehmen. Es giebt für jeden Grad der Luftwärme einen Feuchtigkeitsgehalt, den sie noch eben aufzunehmen vermag. Der Grad der Sättigung mit Feuchtigkeit ist für jeden Wärmegrad der Luft ein anderer. Derselbe Wassergehalt, der bei hoher Luftwärme die Luft als wenig gesättigt, als „trocken" erscheinen ließe, kann bei sehr niedriger Luftwärme den Sättigungsgrad darstellen, diese Luft als feucht erscheinen lassen.

Kann die uns umgebende Luft noch großen Feuchtigkeitsgehalt aufnehmen, so atmen wir viel Wasserdampf aus. Derselbe wird unseren Atemorganen entzogen, und es entsteht so das Gefühl von Trockenheit. Umgekehrt: ist die Luft mit Feuchtigkeit gesättigt, so können sich unsere Atemorgane ihres Wassergehalts gar nicht entlasten, es entsteht das Gefühl der Beklemmung. So in starkem Nebel, in heißer schwüler Luft, im Dampfbad. Dabei ist zu bemerken, daß die austrocknende Wirkung bei warmer aber wenig mit Wasserdampf gesättigter Luft sehr stark empfunden wird. Der gefürchtete trockne Wüstenwind Chamsin in Ägypten hat eine relative Feuchtigkeit von 12—15 %, d. h. so viel, wie die mit Wasserdampf gesättigte Luft von 0° bei der Erwärmung nach der Einatmung ebenfalls erlangt. Gleichwohl tritt im letzteren Falle kein lästiges Gefühl der Trockenheit ein, während der Chamsin zur Qual wird. Unsere Atemorgane sind imstande, den stärkeren Wasserverlust bei sehr niedriger Außentemperatur sehr gut zu vertragen. Im Ganzen und Großen fühlen wir uns hinsichtlich der Atemorgane am wohlsten in einer Luft, die, ihrer Wärme entsprechend, nicht ganz, sondern nur bis zu 70 % gesättigt ist.

Trockne und feuchte Luft.

§ 148. Verschlechterung der Atemluft durch Gase.

Verschlechterung der Atemluft.

In jedem abgesperrten Raum, in dem sich zahlreiche Menschen befinden, wird, wenn nicht für unausgesetzte, oder doch häufige Lufterneuerung gesorgt wird, durch die Ausatmung der Kohlensäuregehalt der Luft vermehrt, durch die Einatmung der Sauerstoffgehalt vermindert werden.

Nun kann allerdings der Kohlensäuregehalt der Außenluft schon ziemlich stark steigen, bevor er an sich schädlich wirkt und unangenehm empfunden wird. Bei einem Kohlensäuregehalt von 1 % in der Atemluft tritt erst Unbehagen ein, bei höheren Graden über 8—10 % allerdings geradezu Gefährdung des Lebens.

Kohlensäuregehalt der Luft.

Dagegen entstammen der Haut, dem Eingang und namentlich dem Ausgang des Verdauungskanals usw. eine Anzahl von gasförmigen Stoffen, welche schon durch den Geruch sich unangenehm bemerkbar machen, und in gewissen Mengen eingeatmet, entschieden gesundheitsschädlich sind. Für die Menge dieser Giftstoffe in der Atemluft bildet der Kohlensäuregehalt einen Gradmesser. Wenn Pettenkofer eine Luft, die mehr als 0,1 % Kohlensäure enthält, als schlechte Luft bezeichnet, so ist es

nicht der Kohlensäuregehalt an sich, auf welchem die Luftverschlechterung beruht, sondern der Gehalt an jenen organischen Ausdünstungsstoffen. Nun hat man in Schulzimmern nach der ersten Schulstunde 0,3—0,4 %, nach der dritten Schulstunde 0,5—0,6 % Kohlensäure gefunden, ja in einer Volksschulklasse 1,2 %. In Hörsälen sind 0,39 %, in Wirtszimmern 0,49 % bestimmt worden — Ziffern, welche außerordentlichen Grad von Luftverderbnis bekunden.

Auch für Turnsäle kann solche Luftverschlechterung in Betracht kommen, falls in keiner Weise für ausgiebige Lufterneuerung gesorgt wird. Denn wenn auch der Luftraum, welcher im Turnsaal auf den Kopf der Turnenden entfällt, ein weit größerer ist, als der Luftraum im Schulzimmer, so muß auch darauf hingewiesen werden, daß die gesteigerte Atmung bei Turnübungen das mehrfache an Kohlensäure, die gesteigerte Hautthätigkeit bis zur Schweißbildung wohl ebenfalls das mehrfache an schädlichen Ausdünstungen in den Luftraum des Übungssaals entsendet, wozu beim Abendturnen noch die durch die Beleuchtung erzeugte Luftverschlechterung hinzukommt.

Wenn für Schulräume Lüftungsvorrichtungen gefordert werden, welche in solchem Grade die verbrauchte Luft entfernen und neue frische Luft zuführen, daß niemals der Kohlensäuregehalt bis zu 0,1 % ansteigt, so ist für Turnhallen erst recht diese Forderung zu erheben. Es bedarf dazu allerdings in der Turnhalle keiner kostspieligen Ventilationsanlagen: reichliches Öffnen der Fenster, die zweckmäßig gegenüberliegend angebracht sind, so daß Durchzug entsteht, genügt. Vor Kälteempfindung schützt reichliche Bewegung. Am zweckmäßigsten freilich ist, die Leibesübungen Sommer wie Winter, wenns eben geht, hinaus ins Freie zu verlegen.

§ 149. Der Staub als schädliche Beimengung der Atemluft.

Herkunft des Staubes in der Luft.

Kleinste feste Körperchen sind als Staub überall in der Atmosphäre unseres Erdballs enthalten. Meist sind es feste mineralische Abfallstoffe und Trümmerchen, wie sie der allenthalben an der Oberfläche der Erdrinde vorhandenen Verwitterung und Zerstörung entstammen. Diesen mischt die Pflanzenwelt ein lebendiges Element bei: nämlich keimfähige Samen namentlich der kleinsten pflanzlichen Lebewesen. Vielgestaltiger sind die Staubmassen dort, wo Menschen dicht beisammen hausen. Trocknende und in Staub zerfallende Abfallstoffe von Mensch und Tier, Abfälle des Haushalts und der Gewerbe, der Ruß der Feuerstellen, namentlich aus den Schloten der Großindustrie, die zermalmende und zerreibende Wirkung des Verkehrs auf Straßen und Verkehrswegen aller Art usw. sind mächtige Staubquellen, welche dem Dunstkreis der Städte besondere Eigentümlichkeiten verleihen. Besonders häuft sich feiner Staub in Binnenräumen. Wo in einen verhältnismäßig dunkeln Binnenraum durch einen Lichtspalt ein Sonnenstrahl hineinfällt, sieht man den Weg dieser Lichtstrahlen fast körperlich greifbar in der Luft sich abheben, und in diesen Sonnenstrahlen gewahrt schon das bloße Auge Millionen kleinster flimmernder Stäubchen. Eine solche Staubluft verhält sich zu einer reinen Luft draußen, etwa nach einem Sommerregen, der die Luft auswusch, wie schwarzes, fast undurchsichtiges Schmutzwasser zu kristallklarem Quellwasser. Und doch fehlt uns der gebührende Ekel gegen solche Schmutzluft!

Schicksal der in die Atemwege eingedrungenen Staubteilchen.

Unsere oberen Luftwege, namentlich die Nasenhöhle mit den engen Nasengängen fangen einen großen Teil des Staubes der Atemluft auf, und machen ihn, bevor er in die tieferen Luftwege, in Kehlkopf, Luftröhren und Lungen gelangt, dadurch unschädlich, daß die Staubteilchen an der feuchten Schleimhaut der Nase und des Rachens kleben bleiben, und mit dem Nasen- und Rachenschleim, diesen grau oder schwärzlich färbend — wie „Froschlaich“ —, wieder aus dem Körper entfernt werden.

In die Lunge eingedrungene Staubteilchen werden schließlich von Lymphzellen (weißen Blutkörperchen) aufgenommen. Diese „Staubzellen" mischen sich entweder dem Lungenschleim bei, mit welchem der Staub dann ausgehustet wird, oder sie wandern in das Lungengewebe, wo der Staub dann dauernd eingelagert wird. So lassen sich in den Lungen von Arbeitern nach dem Tode Einlagerungen von Kohlenstaub, Kieselstaub, Eisenoxyd u. dergl. mikroskopisch wie chemisch oft in sehr beträchtlichen Mengen nachweisen.

Schädigungen durch eingeatmete Staubluft.

Fragen wir uns nun, worin die Schädigungen bestehen, welche bis in die tiefsten Atemwege eingedrungene Staubteilchen für die Gesundheit mit sich bringen. Wir sehen dabei ab von den oft schweren Folgen, welche die Einatmung direkt giftiger Stoffe in Staubform veranlassen kann, also von Staub, welcher Blei, Phosphor, Arsenik, Quecksilber, Anilin u. dergl. enthält. Die Verhütung solcher Giftwirkungen, denen die Arbeiter bestimmter Industriezweige ausgesetzt sind, ist ein wichtiger Teil der Gewerbehygiene. —

Mechanische Wirkung des Staubes auf die Luftwege.

Für die vorliegende Betrachtung ist am wichtigsten die einfache mechanische Wirkung des eingeatmeten Staubes. Dieselbe besteht darin, daß die mannigfach gestalteten oft spitzigen festen Staubteilchen, indem sie der zarten Schleimhaut des Kehlkopfs und der Luftröhren anhaften, hier einen starken Reiz ausüben, der Rötung, Schwellung und stärkere Absonderung auf der Schleimhaut hervorruft und häufigere Hustenstöße zur Entfernung der unbequemen Eindringlinge veranlaßt: also den Zustand herbeiführt, den wir als Katarrh bezeichnen. Mag nun auch eine gesunde Schleimhaut gegen vorübergehende Staubeinatmung oft genug widerstandsfähig sein, so daß nur größere Staubmengen, länger und aus besonderen Gründen tiefer eingeatmet, wirklich die Erscheinungen eines Katarrhs hervorrufen: stets ist Staubeinatmung schadenbringend, wo die Schleimhaut des Halses, des Kehlkopfes oder der Lungenwege bereits krankhaft verändert, oder infolge früherer abgelaufener Krankheiten besonders empfindlich geworden ist. Die Zahl der Menschen, welche an Erkrankung oder erhöhter Reizbarkeit der Atemwerkzeuge leiden, ist immerhin eine recht große. Es sei hier vor allem der tuberkulösen Erkrankungen der Lungen gedacht, welche in ihren Anfängen vielfach lange unerkannt bleiben können. Es handelt sich um die verbreitetste Volkskrankheit, welche im Deutschen Reich jährlich an 160000 Menschenleben zu Grunde richtet, namentlich unter der Arbeiterbevölkerung. So kamen unter den Arbeitern einer rheinischen Industriestadt auf 100 Sterbefälle 62 an Lungenschwindsucht. Es steht außer Zweifel, daß alle die Gewerbe, mit welchen besonders starke Stauberzeugung in den Arbeitsstätten verknüpft ist, auch den höchsten Prozentsatz von Lungenkranken unter ihren Arbeitern zählen. Hier kommt noch eins hinzu: es ist nicht allein die mechanische Wirkung der eingeatmeten schmutzigen Staubluft, welche so unheilvoll ist, sondern dieser Staub ist auch mit Ansteckungsstoffen, die dem getrockneten und pulverförmig gewordenen Auswurf bereits Erkrankter entstammen, vermischt, und zwar mit Tuberkelbazillen. Im Staub von Zimmern, in welchen tuberkulös Erkrankte lagen, sind Tuberkelkeime direkt nachgewiesen. Wenn man bedenkt, daß in Deutschland gegen 800—900 000 an Lungentuberkulose Erkrankte leben, welche keineswegs in Krankenanstalten eingesperrt sind, sondern in Schulen, Werkstätten, Kontoren, in geselligen Vereinen, in Kirchen, in Turnsälen usw. mit der übrigen Bevölkerung frei verkehren, so läßt sich daraus ermessen, wie reichlich die Ansteckungskeime allenthalben ausgesät werden. Man ist gegenwärtig vielfach bemüht, durch Aufstellung von Spucknäpfen in den Schulzimmern, in Turnhallen, Eisenbahnwagen usw. möglichst viel Auswurfstoffe unschädlich zu machen. Die Thatsache, daß ein großer Teil der Bevölkerung, selbst wenn er jenen schädigenden Einflüssen ausgesetzt ist und mit Schwindsuchtkeimen in vielfache Berührung kommt, gleichwohl nicht erkrankt, zeigt, daß geeignete Widerstandskraft gegen Einnistung der

Ansteckungsstoffe im Staub.

Tuberkulose.

Tuberkulose Schutz gewährt. Inwieweit richtiger Betrieb von Leibesübungen diese Widerstandskraft bei der Jugend und im Volke zu verbreiten geeignet sind, soll später noch kurz erörtert werden.

§ 150. Der Staub in Turnhallen.

Staub in Turnhallen.

Der Staubgehalt der Turnhallen verdient ganz besondere Beachtung. Und zwar deshalb, weil turnerische Leibesübungen die Atemthätigkeit steigern, so daß ein mehrfaches an Atemluft ventiliert wird gegenüber dem Atmen in der Schulbank. Ist die Luft in der Turnhalle von gleichem Staubgehalt wie die des Schulzimmers, so würde die vermehrte Atmung auch vermehrte Staubmengen den Atemorganen zuführen. Nehmen wir an, daß in einer Turnstunde die dreifache Menge von Luft geatmet wird als in der Schulstunde, so würde in solchem Falle beim Turnen so viel Staub eingeatmet als in drei Schulstunden. Diese Rechnung ist indes noch zu günstig. Die tiefe Einatmung, welche dem Akt der Anstrengung vorausgeht, starke vorübergehende Atemsteigerung bis zur Grenze der Atemnot nach Schnelligkeits- oder heftigen Kraftübungen sind zweifellos geeignet, in der Luft enthaltene Staubteilchen tief hinein bis in die Lungen zu treiben. Leibesübungen in schlechter Staubluft sind daher stets bedenklich: die Nachteile können hier die Vorteile aufwiegen.

Soweit wir genötigt sind, einen Teil der Leibesübungen der Jugend und des Volkes in den geschlossenen Raum der Turnhallen zu verlegen, ist daher äußerste Sorgfalt in der Vermeidung von Stauberzeugung und in der Entfernung des vorhandenen Staubes strenge Pflicht eines jeden, der das Turnen zu einer Wohlthat für die Jugend gestalten will.

Staubquellen in der Turnhalle.

Der Staubquellen in Turnhallen sind vielerlei. Die Turnenden bringen zum Turnsaal reichlichen Straßenschmutz an den Schuhen mit, sowie Staub in den Kleidern. Der vorhandene alte Staub im Fußboden wirbelt beim Marschieren, Laufen, Springen von neuem auf. Beim Turnen sind ferner besonders reichliche Staubquellen die Matratzen, die sowohl massenhaft Staub aufnehmen, als auch durch Zermalmung ihrer Fasern oder ihres Füllmaterials beim heftigen Aufspringen solchen stets neu liefern. Ebenso sind die zerfallenden Füllstoffe der gepolsterten Geräte Staubquellen. Endlich ist es die Beschickung und namentlich die Entleerung der Öfen, welche viel Staub und Schmutz der Turnhallenluft beifügt.

Vorbeugungsmaßregeln.

Von Vorbeugungsmaßregeln, welche streng zu handhaben sind, seien folgende aufgeführt. Um die Einschleppung des Straßenschmutzes zu hindern, sind am Eingang in die Turnhalle reichliche Vorkehrungen zum Reinigen der Schuhe: Kratzeisen, den Vorflur ganz bedeckende Drahtmatratzen, so daß jeder Schüler darüber muß, Fußbürsten u. dergl. anzubringen. Am besten ist es, wenn die Turnenden in der Kleiderablage, welche vor dem Eingang in dem Turnraum sich befinden, und von letzterem durch eine Thüre getrennt sein soll, ihre Straßenschuhe ablegen, und Turnschuhe anziehen. — Beim Turnen selbst ist der Gebrauch von Matratzen möglichst einzuschränken. Gar zu leicht tritt hier Verwöhnung ein, wozu die papierdünnen Sohlen der üblichen Turnschuhe allerdings viel beitragen.

Bezüglich der Einrichtung der Turnhallen ist folgendes zu beachten. Die Wände seien glatt, ohne unnötige vorspringende Gesimse und Gliederungen, mit Öl- oder Emailfarbe bestrichen, so daß sie feucht abgeputzt werden können. Der Fußboden muß ohne Fugen sein: die Dielen aus Pechkiefer- (pitch-pine), Rottannen- oder Eichenholz müssen mit Falz und Nute fest in einandergefugt werden. Parketboden in Zement eingelegt hält zwar keinen Staub und ist leicht zu reinigen, ist aber zu hart. Über Böden mit Linoleum belegt, fehlen noch Erfahrungen bezüglich der Haltbarkeit.

Andernfalls wären solche besonders empfehlenswert. Der Holzfußboden ist in bestimmten Zwischenräumen — etwa jedes Halbjahr — mit Öl zu tränken. Auch Teer ist dazu empfohlen, doch scheut man vielfach den Geruch desselben. Der Fußboden ist täglich wiederholt feucht abzuwischen. Dies wird am einfachsten mit einem Scheuertuche bewirkt. Man kann auch den Boden mit feuchten Sägespänen überstreuen, und diese dann auskehren. Man hat ferner walzenförmige Bürsten mit einer Sprengvorrichtung, die Wasser feinst verteilt in die Luft und auf den Boden vor der Maschine her sprüht, empfohlen. Diese Kehrmaschinen*) arbeiten sehr schnell (in etwa 3 Minuten kann der Boden einer mittelgroßen Halle abgekehrt sein) und sind sehr leicht zu handhaben; über ihre Dauerhaftigkeit sind die Erfahrungen indes noch wenig übereinstimmend.

Was die Heizung betrifft, so ist eine gute Zentralheizung (Dampfheizung am besten) vorzuziehen; Gasheizung ist zu kostspielig; bei Ofenheizung sollten, wenn eben nach der Bauart der Halle möglich, Füllöfen gewählt werden, deren Beschickung nicht in der Halle, sondern durch die Wand von außen her (vom Flur) erfolgt.

Es sei noch bemerkt, daß junge Leute mit ausgesprochener tuberkulöser Lungenerkrankung, mögen die Erscheinungen auch noch so geringfügig sein, vom Besuch der Turnhalle auszuschließen sind.

§ 151. Die Übung der Lungen (Atemgymnastik).

Übung der Lungen.

Die Übung der Lungen oder die Atemgymnastik wird angewendet:

1. ganz allgemein bei jeder Art von Leibesübungen, welche allseitige Ausbildung aller Organe und Verrichtungen des Körpers zum Zwecke haben, und ist damit ein wichtiger Teil jeglicher erzieherischen Leibesübung;

2. zur möglichsten Ausgleichung und Beseitigung krankhafter Anlagen und Schwächezustände im Gebiet des Atemapparates, mögen solche nun angeboren sein, oder durch mangelhafte Körperpflege in der Jugend sich erst herangebildet haben;

3. zur Heilung bestehender Erkrankungen der Atemorgane oder zur Beseitigung der Folgezustände solcher Erkrankungen.

Die Verschiedenheit der Verhältnisse in den Einzelfällen gestaltet die Anforderungen an Art und Umfang atemgymnastischer Einwirkung auf die mannigfachste Weise. Die Ziele der Atemgymnastik im einzelnen sind folgende:

Ziele der Atemgymnastik.

1. Kräftigung der eigentlichen Atemmuskeln, des Zwerchfells und der Zwischenrippenmuskeln.

2. Kräftigung der Hilfsmuskeln der Atmung, die von der Halswirbelsäule, vom Schultergerüste, von den Armen, von der Brust- und Lendenwirbelsäule, ja vom Becken her auf den Brustkorb einwirken können.

3. Schonung und Erhöhung der Elastizität der Lungen und des Brustkorbes. Gleiche Entwicklung aller Lungenabschnitte.

4. Erweiterung des Brustraums und dauernde Vermehrung der Fassungskraft der Lungen.

5. Vertiefung der gewöhnlichen Lungenatmung mit Verlangsamung des Atemganges.

6. Anregung des Blutumlaufs, wie sie mit ausgiebigem Atemgang verbunden ist, und damit Anregung des gesamten Stoffwechsels. —

Mittel der Atemgymnastik.

Folgende Maßnahmen dienen zur Erreichung dieser Ziele der Atemgymnastik im ganzen oder im einzelnen:

---

*) Die Turngerätefabrik von Dietrich & Hannak in Chemnitz stellt solche her.

Kräftigung der Brust-, Arm-, Schulter- und Rückenmuskeln.

I. Übung und Kräftigung der Muskulatur des Körpers, insonderheit der Brust-, Arm-, Schulter- und Rückenmuskeln. Damit werden die Hilfsmuskeln der Atmung kräftiger; es wird schöne Körperhaltung erzielt, welche zur ausgiebigen Atmung besonders dienlich ist, indem die oberen Brustabschnitte sich besser entfalten können; es wird vor allem auch durch die erhöhte Spannung der Muskeln um Brust und Schulter der Brustkorb mit dem Brustbein gehoben. Letzterer Umstand ist besonders da wichtig, wo der Brustkorb infolge von Schwäche der Brustmuskeln wie lahm in ausgesprochener Ausatmungsstellung herabhängt, die Brust schmal und flach ist. Umgekehrt kann überstarke — athletische — Entwicklung der Arm-, Schulter- und Brustmuskeln den Brustkorb bis zur dauernden Ausatmungsstellung heben, und dadurch den Atemumfang wieder beeinträchtigen. Es kommt hinzu, daß solche athletische Entwicklung der Brust nur mit Hilfe von Kraftübungen gewonnen wird, welche ihrerseits die häufige Anwendung des Vorgangs der Pressung oder Anstrengung erfordern. Es ist aber bereits erwähnt, daß dieser Vorgang, wenn häufig und länger anhaltend in Anspruch genommen, nicht nur die Herzthätigkeit ungünstig beeinflußt, sondern auch Lungenerweiterung zu erzeugen vermag.

Willkürliche Atembewegungen.

II. Willkürliche Atembewegungen. Wir unterscheiden hier:

Einfache Atemübungen.

A. Einfache Atemübungen. Dieselben werden unternommen in Grundstellung, die Oberarme leicht an die Seiten der Brust angelegt, die Unterarme rechtwinklich im Ellbogengelenk gebeugt, die Hände zur Faust geballt. Solche Übungen sind: willkürliches Tiefatmen, in gleichmäßigem Rhythmus von Ein- und Ausatmung beschleunigt oder verlangsamt; dasselbe mit verlängerter Dauer der Einatmung und beschleunigter Ausatmung, oder umgekehrt; zeitweises, möglichst ausgedehntes Anhalten des Atmens nach tiefer Ein- oder nach tiefer Ausatmung; absatzweise erfolgendes Einatmen; stoßweises Ausatmen; Atmen mit bestimmten Abschnitten des Brustraumes, wie Schlüsselbein- oder oberes Brustatmen, Flankenatmen, Bauchatmen.

Die Anwendung dieser Art von Atemübungen ist eine uralte. Sie soll namentlich bei den Chinesen lange vor unserer Zeitrechnung (im „Kong-fou“ beschrieben) in komplizierter Weise ausgebildet worden sein. Länger fortgesetzt wirkt willkürliches Tiefatmen bald ermüdend — im Gegensatz zum unwillkürlich hervorgerufenen Tiefatmen bei Dauer- und Schnelligkeitsübungen. Praktische Anwendung findet diese Art von Atemgymnastik namentlich da, wo die selbstthätige richtige Verbindung des Atemganges mit der Thätigkeit des Anlautens beim Sprechen — d. h. die Koordination von Atmen und Sprechen — gestört ist. Dies ist der Fall beim Stottern. Atemübungen bilden daher einen wichtigen Teil eines jeden Lehrgangs für Stotterer.

Anwendung bei der Heilung des Stotterns.

Atemübungen mit Erleichterung oder Erschwerung der Atmung.

B. Atemübungen in Verbindung mit besonderen Hilfsmitteln zur Erleichterung oder Erschwerung des Atemganges.

Erschwerung der Einatmung.

a) Erschwerung der Einatmung: eine Art von Widerstandsgymnastik der Atemmuskeln. Hierher gehören: Einatmen durch ein dünnes Rohr (Strohhalm, Glasrohr, das Rohr des „Freiluftatmers“ von Wolff); Einatmen nur durch ein Nasenloch, während das andere zugehalten wird. Versuch bei geschlossenem Mund und zugehaltener Nase einzuatmen; Einatmen verdünnter Luft.

Erleichterung der Einatmung.

b) Erleichterung der Einatmung. Während bei den vorhergehenden Übungen, die übrigens selten Anwendung finden, die Atemmuskeln verstärkt arbeiten mußten, und die Füllung der Lungen erschwert war, ist hier das umgekehrte der Fall: die stärkere Füllung der Lungen mit Luft und die mechanische Dehnung der Lungenbläschen bei der Einatmung wird gefördert, ohne daß entsprechende Mehrarbeit der Atemmuskeln einzutreten braucht.

Am meisten tritt diese rein mechanische Dehnung der Lungen zu Tage bei Einatmung verdichteter Luft, wie solche die verschiedenen Respirationsapparate oder

die pneumatische Kammer zu Heilzwecken bei bestimmten Lungenerkrankungen bewirken.

Weiter gehört hierher die Verbindung des Einatmens mit einer gymnastischen, den Brustkorb hebenden und erweiternden Übung. So wird der Brustkorb erweitert durch Strecken und Rückwärtsbeugen des Rumpfes, durch kräftige Führung der Arme nach hinten, durch Hochheben der Arme. Die wichtigen oberen Brustabschnitte werden namentlich gelüftet durch Schulterheben, Führen der Hände aus der Hochhebhalte der Arme zum Hinterhaupt mit Drehen der Handfläche nach oben; Überheben eines Turnstabs hinter die Schulterblätter u. dergl. mehr.

Erschwerung der Ausatmung.

c) Erschwerung der Ausatmung. Auch die Erschwerung der Ausatmung trägt zur mechanischen Blähung der Lungenbläschen bei, sowie zur Kräftigung der Ausatmungsmuskeln, die dabei einer Art Widerstandsgymnastik unterliegen.

Schreien und Singen.

Am häufigsten — wenn auch nicht zum Zwecke der Lungenübung — findet solche Erschwerung des Ausatmens statt, wenn bei gleichzeitig starker Ausatmungsanstrengung der schnelle Luftaustritt aus den Lungen verhindert wird. Dies ist vor allem der Fall bei der Lauterzeugung unter Verengerung der Stimmritze, also bei anhaltendem lauten Schreien, Singen und Sprechen. Dabei muß jedesmal dem Anlauten, wenn es kräftig und andauernd sein soll, eine tiefe Einatmung vorausgehen. Daß bei gewohnheitsmäßiger Übung so eine wirksame Atemgymnastik erzielt wird, kann man an dem meist kräftig entwickelten atemtüchtigen Brustkasten von Berufssängern und -sängerinnen, Schauspielern usw. ersehen.

Blasen von Instrumenten.

Hierher gehört auch das Spielen von Blasinstrumenten, wie Trompete, Posaune, Horn, Oboe, Fagott, Flöte u. dergl. Dabei wird die Ausatmungsluft durch die Thätigkeit der Ausatmungsmuskeln im Brustraum aufs heftigste zusammengepreßt, kann aber unter hohem Druck nur langsam durch den engen Lippenspalt oder das enge Mundstück des Instrumentes entweichen. Es wird so ein ähnlich hoher Druck der Lungenluft gegen das Lungengewebe erzielt, wie es beim Vorgang der Anstrengung mit Pressung der Fall ist. Die Folgen für das Lungengewebe: Verlust der Elastizität der Wände der Lungenbläschen und mechanische Dehnung derselben, so daß sie zu größeren blasenförmigen Hohlräumen zusammenfließen, kurz die Veränderungen, welche man als Lungenblähung (Emphysem) bezeichnet, sind hier wie dort dieselben. Thatsächlich ist Lungenblähung bei Musikern, die ein Blasinstrument spielen, ganz ungemein häufig.

Blasen.

In gleicher Art wirkt jedes stärkere Blasen überhaupt. Als Atemübung ist namentlich beliebt das Ausblasen einer immer weiter abgeschobenen Kerzenflamme.

Endlich gehört hierher das zu Heilzwecken nicht selten angewandte Ausatmen in verdichtete Luft (s. o.).

Erleichterung der Ausatmung.

d) Erleichterung der Ausatmung. Dieselbe bezweckt eine bessere Entleerung der Lungen. Damit wird das Lungengewebe möglichst entspannt, und die Elastizität sowohl des Lungengewebes wie der Brustwände gefördert.

Ausatmen in verdünnte Luft.

Hierher gehört zunächst das Ausatmen in verdünnte Luft. Dasselbe wird ebenfalls mit Zuhilfenahme von Respirationsapparaten ausgeführt. Man hat solche gebaut, welche von dem Übenden selbst in Bewegung gesetzt, Einatmen verdichteter, und Ausatmen in verdünnte (also ansaugende) Luft gestatten (Schöpfradgebläse von Geigel und Mayr; nach dem Prinzip des Gasometers gebaute Apparate von Waldenburg, sowie von Finkler & Kochs; nach Art eines Blasebalgs oder einer Ziehharmonika gebaute Apparate von Biedert und von Fränkel). In geeigneten Fällen wirken diese Apparate sehr gut, und vermehren stark die Fassungskraft der Lungen.

Druck auf den Brustkorb.

Man kann weiter die Ausatmung durch zusammenpressenden Druck auf den Brustkasten verstärken. Solches kann entweder vom Übenden selbst, oder von einer

zweiten Person vorgenommen werden, oder man benutzt besondere Vorrichtungen, wie den von Zoberbier und Roßbach angegebenen Atmungsstuhl für Asthmatiker (Asthma infolge von Lungenblähung). Bei diesem Atmungsstuhl wirken die nach außen hin zu drehenden Stuhllehnen als Hebel, welche ein um die Brust gelegtes breites Band zusammenziehen und damit den Brustkorb bei der Ausatmung zusammenpressen.

Verbindung des Ausatmens mit förderlichen gymnastischen Übungen.

Für Zwecke der Hausgymnastik ist wichtiger die gleichzeitig mit dem Akt der Ausatmung vorgenommene Ausführung solcher Bewegungen, welche die Ausatmung erleichtern. Hierhin gehört: Senken der hochgehobenen Arme; Rumpfbeugen vorwärts; tiefe Kniebeuge u. a.

Anregung unwillkürlicher Tiefatmung.

C. Atemübung durch Anregung unwillkürlicher Tiefatmung.

Wie früher auseinandergesetzt, bewirken die Schnelligkeits- wie Dauerübungen selbstthätig und unwillkürlich eine Steigerung des Atemumfangs nach allen Durchmessern der Lungen. Diese Steigerung geht leicht bis zur äußersten Grenze der Atemfähigkeit, und steigert den Atemumfang um das mehr- ja vielfache. Weder nach Dauer noch nach Umfang können willkürliche Atemübungen eine solche Steigerung der Atmung erreichen. Hierher gehörige Übungen und Bewegungen sind: Schnellgehen, Laufen, Bergsteigen, Springen, Seilchenspringen, Schwimmen, Rudern, Radfahren, Holzsägen, Arbeiten an Widerstandsapparaten, wie an dem Bergsteigeapparat, an dem Gärtnerschen Ergostaten (Kurbeldrehung), am künstlichen Ruderboot und ähnlichen große Muskelmassen in rhythmische Arbeit versetzenden Apparaten.

Hier ist zu unterscheiden:

a) Mehr kurzdauernde bis zur Grenze der Atemerschöpfung hinaufführende Atemsteigerung. Solche tritt stets ein, wenn eine Schnelligkeitsbewegung als Höchstleistung ausgeführt wird: also bei schnellstem Lauf (Wettlauf — auch wenn er nur nach Sekunden zählt), Wettrudern, Wettfahren mit dem Rad usw.

b) Andauernde — oft Stundenlang mögliche — Erhöhung des Atemumfangs bei Dauerübungen, die weder zur Muskelermüdung noch zur Atemerschöpfung führen. Solche sind z. B. Marsch in der Ebene, langsamer Dauerlauf, Bergsteigen, Dauerschwimmen, weite Ruder- und Radfahrten usw.

Lungenübung in der erzieherischen Gymnastik.

§ 152. Lungenübung in der erzieherischen Gymnastik.

Unter den Zielen einer allseitigen erzieherischen Leibesübung ist die gesunde und volle Entwicklung der Atmungswerkzeuge eines der wichtigsten. Was hier in den Jahren des Wachstums und der Entwicklung verabsäumt worden, läßt sich beim Erwachsenen höchstens zum Teil noch nachholen. Die Beziehungen, welche zwischen dem Atemgang einerseits, und dem Stoffwechsel, der Blutbildung und dem Blutkreislauf andererseits bestehen, zeigen genugsam die Bedeutung, welche der Lungenpflege und Lungenübung für den Stand der gesamten Lebensfülle und körperlichen Leistungsfähigkeit innewohnt. Wenn die erzieherischen Leibesübungen während der Schuljahre und darüber hinaus bis zur vollendeten Entwicklung körperliche „Gesundheit“ als eines ihrer vornehmsten Ziele zu pflegen haben, so ist unter „Gesundheit“ in diesem Sinne nicht etwa die bloße Fernhaltung krankmachender Einflüsse verstanden. Eine solche kann auch bei schwächlicher und unvollkommener Entwicklung erreicht werden. Eine rechte Leibeserziehung der vaterländischen Jugend hat auch nicht etwa bestimmte enge Daseinsverhältnisse ins Auge zu fassen, in welchen allenfalls bei ganz mäßigen Anforderungen an die körperliche Widerstandskraft und Leistungsfähigkeit, und bei ungestörtem regelmäßigen Gang des Alltagslebens sich eine leidliche Ge-

„Gesundheit“ im Sinne der Leibeserziehung.

sundheit erhalten läßt. Im Gegenteil sollen die Anlagen und Kräfte unserer Jugend so entwickelt werden, daß sie allen, auch außerordentlichen Lebenslagen zu genügen imstande sind. Eine gesundheitlich recht erzogene Jugend soll hinaus ins Leben treten mit einem Körper, der ebenso ausdauernd wie schnellkräftig ist; sie soll die Fähigkeit besitzen, diesen Körper in vollkommener Gewandtheit zu beherrschen; sie soll ausgestattet sein mit den moralischen Eigenschaften der Entschlossenheit, des Selbstvertrauens, des Mutes — Eigenschaften, welche ebensowohl geistige wie körperliche Tüchtigkeit zur Voraussetzung haben. Eine solche Jugend wird den oft recht großen Anforderungen an Arbeitskraft, Zähigkeit und Frische, wie sie das Ringen um die Lebensstellung und den Lebensunterhalt mit sich bringt, körperlich sich voll gewachsen fühlen; sie wird dem Vaterland zur kraftvollen Wehr dastehen; eine solche Jugend endlich, die mit offenen Sinnen und gesundem Leib hinaustritt in die weite Welt, wird auch erfüllt sein von jener Gesundheitsfreudigkeit und jener Daseinslust, welche allein den vollen Lebensgenuß verbürgen. —

Bedeutung der vollen Lungenentwicklung für körperliche Leistungsfähigkeit.

In einer solchen allseitig gerichteten Leibeserziehung beansprucht die volle Entwicklung der Atmungsorgane einen hervorragenden Platz. Denn, wie wiederholt oben gezeigt ist, die ganze Fülle der Lebenstätigkeiten baut sich auf der geregelten und stets ausreichenden Arbeit der Atmungs- wie der Kreislauforgane auf. Genügt für den Gang des Alltaglebens mit mäßiger Anspannung der Körperkräfte eine mittlere Lungen- und Herzkraft; brauchen wir bei Körperruhe nur mit einem Siebentel der Lungenfläche zu atmen, und brauchen wir bei leichteren körperlichen Bewegungen diese Lungenarbeit verhältnismäßig nur wenig zu steigern, so sind größere Leistungen nach Schnelligkeit und Dauer nicht möglich ohne Atmungswerkzeuge, die derart geschult sind, daß sie mit Leichtigkeit und je nachdem so gut wie augenblicklich den gewohnten Atemumfang auf das Vielfache vermehren können. Dazu ist es notwendig, daß die für gewöhnlich am Atemgang nicht beteiligten Lungenabschnitte, die bei anhaltendem Nichtgebrauch verkümmern müssen, durch zeitweise geeignete Bethätigung voll entwickelt und stets leistungsfähig erhalten werden. Die bestentwickelte Beinmuskulatur taugt nicht zu schnellstem oder zu andauerndem Lauf, wenn die Lungen nur unvollkommen zu arbeiten imstande sind: denn wir laufen mehr mit den Lungen (und dem Herzen!) als mit den Beinen. So wie die Lungen ermüden, und Atemerschöpfung beginnt, versagt auch die kräftigste Rumpfmuskulatur. Der Genuß frischen muntern Wanderns, namentlich in die Gebirgswelt, ist voll nur dem gegeben, der den überaus gesteigerten Anforderungen an die Atemkraft stundenlang mit Leichtigkeit und ohne Beschwer zu genügen vermag. Der Lungenschwache empfindet beim Bergsteigen (oder beim Rudern, beim Dauerlauf, beim Schwimmen usw.) bald Seitenstechen, kommt häufig außer Atem und muß immer wieder die Steigbewegung unterbrechen, Halt machen und sich „verschnaufen".

Bedeutung voller Lungenentwicklung für Erkrankungen der Lunge.

Wesentlich ist fernerhin eine volle Lungenentwicklung für die Widerstandskraft gegen Lungenerkrankungen. Brechen solche aus, so werden sie von einer atemtüchtigen Lunge weit besser und schneller überwunden. Am Atemgang nicht beteiligte Lungenabschnitte, namentlich die Lungenspitzen, büßen an Elastizität ein und werden blutarm. Sie gestatten daher leicht die Einnistung der Tuberkelkeime. Was das besagen will, lehrt die unheimliche Ziffer der in unserem Vaterlande an Tuberkulose Erkrankten: keine Volkskrankheit ist so mörderisch. Während bei schlechter Atemtüchtigkeit, bei lahmem herabhängendem Brustkorb, oder umgekehrt bei in Ausatmungsstellung verharrender faßförmiger Brust — und eine solche ist bei Leuten, die einseitig anstrengende Kraftübungen sportmäßig betreiben, häufig — der in den Luftröhren und Lungenbläschen sich ansammelnde Schleim nicht ausgehustet werden kann, und Katarrhe sich dauernd einnisten, werden gut entwickelte Lungen solcher Schädlichkeiten leicht

Herr. Hat eine Lungenentzündung ganze Abschnitte der Lungen einfach atemunfähig gemacht, so daß nur Reste der Atemfläche zum Atemgang verfügbar bleiben, so hängt es von der Atemtüchtigkeit dieser frei gebliebenen Bezirke der Lunge ab, ob sie für die Dauer der Erkrankung den Verlust decken und lange genug die Sauerstoffzufuhr und Kohlensäureabfuhr einigermaßen unterhalten kann, bis die Lösung der Entzündung den bisher ausgeschalteten Lungenabschnitten ihre natürliche Thätigkeit wieder gestattet. —

Einfluß der Sitzhaltung.

Diese Gesichtspunkte mögen schon genügen, um den Wert einer zur vollen Atemtüchtigkeit entwickelten Lunge für körperliche Widerstandskraft und Leistungsfähigkeit zu erweisen. Die Notwendigkeit, gerade diese Seite der Leibeserziehung bei unserer Jugend zu pflegen, erhellt aber ganz besonders, wenn wir die Einflüsse des Schullebens mit in Betracht ziehen. Daß der Atemumfang beim Sitzen ein sehr geringer ist, und nur sehr wenig sich über den Atemumfang beim Liegen erhebt (rechnet man die Atemgröße beim Liegen = 1, so ist sie beim Sitzen = 1,18) sahen wir oben. Das Kind in der Schulbank atmet mithin nur mit einem sehr geringen Teil seiner Atemfläche. Namentlich sind es die oberen Lungenabschnitte, welche kaum ventiliert werden, was bei der Schreibhaltung sich besonders geltend macht. Der Sitzzwang in der Schule läßt also während einer Reihe von Tagesstunden das wachsende und regen Stoffwechsels besonders bedürftige Kind nur ungenügend atmen. Entfällt damit auch die Förderung, welche tieferes Atmen auf den Gang des Blutkreislaufs ausübt, rechnet man hinzu den Einfluß der in überfüllten Schulklassen oft mehr wie schlechten Schulluft, so ist nicht zu verwundern, daß das Schulleben eine starke Beeinträchtigung der Blutbildung und des Stoffwechsels bedeutet. Ziffermäßig festgelegt hat dies in seinen schulhygienischen Untersuchungen Axel Key in Stockholm. Er fand, daß an den vorbereitenden Knabenschulen die ersten (mit dem 7. Lebensjahr der Schüler beginnenden) Schuljahre eine erschreckende Zunahme der Blutarmut zeitigen. Es war: nach 1jährigem Schulbesuch jeder 13.
„ 2jährigem „ „ 6. bis 7.
„ 3jährigem „ „ 5. Knabe blutarm und bleichsüchtig.

Noch höher waren diese Ziffern in den höheren Mädchenschulen Stockholms.

Im 7. Lebensjahr waren 18,8 % der Mädchen (also jedes 5. bis 6. Mädchen) bleichsüchtig, im 13. Lebensjahr bereits 39,7 % (also jedes 2. bis 3. Mädchen). Ähnliche Zustände wies mittels derselben sorgfältigen und möglichst einwandfreien Erhebungsart Hertel für die Schulen in Kopenhagen nach. Für unsere deutschen Verhältnisse liegen solche Untersuchungen in großem Maßstabe noch nicht vor.

„Die schädlichen Umstände", sagt Key, „durch welche die Schule ihre unvorteilhafte Einwirkung auf die Gesundheit der Schulkinder ausübt, sind zweifellos vor allem das viele Stillesitzen und die damit zusammenhängende Unzulänglichkeit der Körperbewegungen."

Lungenübung in der Wachstumszeit.

Fragen wir uns nach allem, welche Form der Lungenübung für die heranwachsende Jugend die beste und naturgemäßeste ist, so sind dies unzweifelhaft Schnelligkeitsübungen im Freien. Durch keinerlei Art willkürlicher Atemübung kann auch nur annähernd eine derartige Zunahme des Atemumfangs bewirkt werden als durch die unwillkürliche Atemsteigerung mittels der Schnelligkeits- und Dauerübungen. Nach allen Durchmessern wird dabei der Brustkorb erweitert; alle Teile der Lungen werden zur Atemarbeit herangezogen, die gesamte Atemfläche zum Gasaustausch in Thätigkeit versetzt. Diese rhythmische Vertiefung und Beschleunigung der Atmung vollzieht sich unter vollkommenster Schonung ja günstiger Beeinflussung der Elastizität des Lungengewebes. Von den Atemmuskeln werden zunächst die eigent-

lichen Atemmuskeln, Zwerchfell und Zwischenrippenmuskeln zur stärksten Arbeit vermocht, weiterhin auch die Hilfsmuskeln der Atmung beteiligt. Da die Lunge von allen Organen des Körpers namentlich um die Zeit der Reifeentwicklung am stärksten wächst, so ist ihre Bethätigung als Anregung zum Wachstum um so notwendiger.

Eignen sich die eigentlichen Dauerübungen — lange Märsche, Radfahrten usw. — mehr für die Jahre der beginnenden Reife, und werden sie am besten von voll Erwachsenen ertragen, so sind in den Jahren des Wachstums vor beginnender Reife der Jugend am zuträglichsten die reinen Schnelligkeitsübungen und von diesen vor allem der Lauf. In keinem Alter wird der Lauf so leicht überwunden; der Erwachsene ist nicht imstande, so viel und anhaltend zu laufen, bis zur Grenze der Atemlosigkeit sich abzuhetzen, und gleich darauf wieder frisch zu sein zur erneuten Bewegung, wie dies der kleine Knabe auf dem Spielplatze fertig bringt. Inwiefern das Verhältnis der Herzgröße zur Weite der Schlagadern beim heranwachsenden Kinde den schnellsten Lauf so leicht ertragen läßt, ist früher bereits ausgeführt.

Die Atemerziehung durch Schnelligkeitsbewegung ist unstreitig in den ersten Schuljahren bis zur beginnenden Entwicklung das vorwiegendste Übungsbedürfnis. Diese Übung ist aber in erster Linie dem Kinde auf seine natürliche Art zu gönnen, nämlich durch die Spiele im Freien, d. h. die Lauf- und Ballspiele. Die Spiele.

Die Spiele haben vor allem den großen Vorzug, daß sie am ehesten das rechte Maß von Bewegung und Übung gewähren. Der munter spielende Knabe läuft so lange, bis er außer Atem zu kommen beginnt — dann aber hält er inne und läßt sich willig haschen. Gleich darauf ist er zu neuem schnellen Lauf wieder geschickt. Dies um so mehr, als beim Spiel das belebende Gefühl der Lust und Freude weit größere Leistungen nach Schnelligkeit wie Dauer „spielend" bewältigen läßt, als dies bei Laufübungen auf Befehl des Lehrers der Fall ist. In sich selbst tragen somit die Kinder den besten Maßstab dafür, welches Maß der Bewegung ihnen frommt und zuträglich ist.

Als einen heilsamen Trieb, der dem gesunden heranwachsenden Kinde ebensogut innewohnt als das Gefühl von Hunger und Durst, hat die Natur dem Kinde die Freude am wilden Tummeln, am Rennen und Abhetzen bis zur Atemlosigkeit eingepflanzt. Nur künstlich hat in unsern Städten die Beschlagnahme der öffentlichen Straßen und Plätze für den Verkehr, oder — für umgitterte Anlagen diesen Trieb der Jugend eingeschränkt und gehemmt, und die Jugendspiele zum Verkümmern gebracht. Dadurch machte sich die mächtige neuere Bewegung zur Schaffung großer Jugend- und Volksspielplätze allerorts notwendig. Ihren Mittelpunkt fand dieselbe in dem 1891 gegründeten „Zentral-Ausschuß zur Förderung der Volks- und Jugendspiele in Deutschland". —

Neben das Spielen tritt dann etwa vom 10. Jahre ab, und namentlich die Entwicklungszeit hindurch die systematische Pflege des Laufs, und zwar vor allem als Dauerlauf, der langsam zu steigern ist, bis über 12—15 Minuten; sodann aber auch Schnelllauf, der in der Form des Wettlaufs, und zwar als einfacher Wettlauf, als Stafettenlauf, als Hindernislauf, gelegentlich vorzunehmen ist. Lauf als Übung.

§ 153. Lungenübung bei Schwächlingen.

Lungenübung bei Schwächlingen.

Ist die Lungenübung durch Schnelligkeitsbewegung, d. h. die Anregung zu selbstthätig sich vollziehender Tiefatmung die wirksamste und naturgemäßeste Übungsform normal sich entwickelnder Jugend, so liegt die Sache doch anders bei schwächlich entwickelter Brust. Hierher gehören Kinder und junge Leute mit plattem Rücken oder

schlechter Haltung (runder Rücken der Jugend). Bei solchen ist der Brustkorb oben platt und eingedrückt, Schultern und Arme hängen nach vorne, während die Schulterblätter flügelförmig vom Brustkorb abstehen. Es vermag ferner die Brustmuskulatur, schwach und kümmerlich entwickelt, die Rippen nicht zu tragen, so daß sie wie lahm herabhängen. In solchen Fällen liegt die Gefahr der Einnistung von Lungenerkrankung in den am Atemgeschäft kaum oder gar nicht beteiligten Lungenspitzen in hohem Grade vor. Hier muß darum die Bethätigung in Schnelligkeitsübungen zunächst unwirksam bleiben. Denn infolge der Muskelschwäche ist die Fähigkeit zu tieferen Atemzügen vorab noch nicht vorhanden, und muß erst durch geeignete Übung erworben werden. Es kommt hier also darauf an, durch Kräftigung der Hals-, Brust-, Schulter- und Rückenmuskeln den Brustkorb zu heben und beweglich zu machen.

Freiübungen.

Zuvörderst haben hier in Anwendung zu kommen alle die Übungen, welche schon früher als dienlich zur Verbesserung schlechter und fehlerhafter Haltung angegeben waren (siehe § 32 und 34), also passende Freiübungen für sich und in Verbindung mit Marschübungen. So wie die Haltung eine bessere und der Kopf gerade getragen wird, so wie die Arme mit den Schulterblättern nach hinten gezogen und zurückgenommen werden, hebt sich auch die vordere Brustwand und tritt freier nach vorne vor. Dauernd bleibt indes solche bessere freie Haltung nur dann, wenn die Muskulatur um Brust und Schultern kräftig genug geworden ist, um durch ihre vermehrte Spannung den Brustkorb so hoch zu tragen, daß er auch bei Muskelruhe nicht wieder zur tiefsten Ausatmungsstellung zurücksinkt. Die reinen Freiübungen genügen dazu nicht, sondern sind durch Belastung der Hände mit leichten Hanteln oder Eisenstäben als Hantel- und Stabübungen wirksamer zu gestalten.

Geräteübungen.

Hier sind auch — bei solchen Schwächlingen allerdings nur in beschränkter Form anzustellende — Gerätübungen von Nutzen, insofern sie die Muskeln des Schultergürtels kräftigen und damit die Hilfsatemmuskeln zu willkürlicher Tiefsteinatmung geschickter machen. Nur in dieser sehr beschränkten Art können auch Barren- und Reckübungen zur Lungenübung mit beitragen. Im übrigen sind sie für die Atemorgane ohne Belang. Ihr Nutzen liegt eben wo anders.

Tiefatmen mit taktmäßigen, die Ein- bezw. die Ausatmung erleichternden Bewegungen.

Von besonderer Wirksamkeit ist hier die Verbindung von willkürlichem Tiefatmen in taktmäßiger Verbindung mit Haltungen und Bewegungen, welche die Ein- oder die Ausatmung begünstigen. Eine kurze Übersicht solcher Übungen ist folgende:

Übungen vorzunehmen zugleich mit der	
Einatmung	**Ausatmung**
und diese fördernd:	und diese fördernd:
Stramme Haltung; Kopf nach rückwärts beugen.	Kopf zur Brust senken.
Rumpf nach hinten strecken.	Rumpf nach vorn beugen.
Schultern nach hinten ziehen.	Schultern nach vorn ziehen.
Schultern heben.	Schultern senken.
Ellbogen der in Hüftstütz befindlichen Arme nach hinten führen.	Ellbogen der in Hüftstütz befindlichen Arme nach vorn führen.
Arme wagerecht nach seitwärts ausbreiten; Handteller nach oben.	Arme wagerecht nach vorn parallel nebeneinander führen; Handflächen nach innen einander zugekehrt.
Arme seitwärts zur Hochhebhalte heben.	Arme abwärts senken.

Übungen vorzunehmen zugleich mit der

Einatmung und diese fördernd:	**Ausatmung** und diese fördernd:
Die hochgehobenen Arme zum Hinterhaupt führen und Handteller nach oben drehen.	Die Arme nach vorn senken und bei leichter Rumpfbeuge gegen die untere Brustgegend andrücken.
Arme mit Stab zur Hochhebhalte und sofort Senken gegen die Schulterblätter (Nackenhalte s. o. Fig. 60).	Arme über den Kopf zurück vornab senken.
Aufrichten aus der Kniebeuge.	Senken zur tiefen Kniebeuge.

usw.

Diese Übungen, einzeln, oder wo es geht, miteinander verbunden, werden als Freiübungen zunächst ohne Belastung, dann mit Hanteln, Stab oder Keulen taktmäßig auf Befehl zugleich mit tiefem Ein- und Ausatmen ausgeführt. Der Betrieb dieser Übungen sollte nur unter kundiger Anleitung geschehen. Im Anfang wirken solche Atemübungen recht ermüdend. Dauer und Umfang der Übungen ist daher nur langsam zu steigern. Es sei noch bemerkt, daß diese Atemübungen am besten im Freien an windgeschütztem Ort vorzunehmen sind; wenn im Zimmer, so in der Nähe des geöffneten Fensters. Daß die Kleidung bei den Übungen lose genug sein muß, um der Atmung freien Spielraum zu lassen — keine einschnürenden Gürtel, keine Korsets u. dergl.! — versteht sich von selbst.

Atmen und Marschieren.

Zwischen solche Atemübungen im Stand schiebe man Marschübungen ein, derart, daß auf eine bestimmte Zahl von Marschschritten je eine Ein- oder eine Ausatmung entfällt. Man lasse beim Marsch von 100 Schritten in der Minute — der militärische Marsch hat 114 Schritte — zunächst auf alle 3 Schritte eine Ein-, auf alle 3 Schritte eine Ausatmung machen. Weiterhin steigert man die Zahl der auf je einen Atemakt fallenden Schritte bis auf 6 und 8, jedoch am zweckmäßigsten so, daß bei stärkerer Steigerung auf die Einatmung mehr Schritte entfallen wie auf die Ausatmung, also etwa 6:4, 7:5, 8:5. Es ist schon oben beim Lauf gezeigt, daß bei angestrengterem Atmen der Atemrhythmus sich insofern verändert, als die Einatmungszeit verlängert wird.

Neben dem gewöhnlichen Übungsmarsch kann auch zweckmäßig der sogenannte langsame Schritt mit taktmäßigem vertieften und verlängerten Ein- und Ausatmen verbunden werden. Ebenso können zu den Marschübungen bei Geübteren gleichzeitig ausgeführte Freiübungen (mit Hanteln oder Stab), welche der Ein- oder der Ausatmung förderlich sind, hinzutreten.

Ganz langsames Bergsteigen derart, daß auf jeden Steigeschritt je eine Ein- oder eine Ausatmung entfällt, ist, wo es angestellt werden kann, in solchen Fällen gleichfalls von Nutzen.

Erst bei hinreichender Kräftigung beginne man endlich mit vorsichtigen Laufübungen. —

Natürlich sind die vorbeschriebenen Lungenübungen für Schwächlinge, die in das Gebiet der Heilgymnastik hineinragen, nicht im Schulturnen vorzunehmen, sondern nur in besondern privaten Übungsstunden. Der Erfolg ist bei sorgfältigem Betrieb zuweilen ein überraschender.

V.

Haut- und Wärmeregulierung.

Bau und Thätigkeit der Haut.

§ 154. Bau und Thätigkeit der Haut.

Die Haut umgiebt den Körper als äußerste Decke. Ihre Dicke und Festigkeit ist an den verschiedenen Gegenden des Körpers durchaus keine gleichmäßige. Besonders derb, dick und straff ist sie an der Fußsohle, an der Hohlhand, auf dem behaarten Kopfe (Kopfschwarte). Am übrigen Körper ist die Haut durchweg derber an den Streckseiten (z. B. Rücken, Gesäß, Streck- oder Außenseite des Arms, Vorderfläche des Schenkels und des Knies usw.), und dünner an den Beugeseiten (z. B. Bauchhaut, Innenfläche der Arme und Schenkel). Besonders dünn, so daß die oberflächlichen kleinsten Blutgefäße durchschimmern, ist die Haut an den Wangen und den Augenlidern; ferner an den Brüsten, in der Leistenbeuge, in der Ellbogenbeuge und der Kniekehle.

Furchen und Runzeln.

Da wo die Haut durch Bewegungen der Muskeln und Gelenke häufiger in Falten gelegt wird, bilden sich entsprechende dauernde Furchen. So im Gesicht, in der Hohlhand, an den Handgelenken, an den Beuge- und Streckseiten der Finger und Zehen usw. Im Alter graben sich mit Schwund des Hautfettes und zunehmender Sprödigkeit der Haut diese Furchen nicht nur tiefer ein, sondern werden auch als faltige Runzeln sehr viel zahlreicher.

Hautnarben.

Ist die Haut durch Verletzung in ihrem Zusammenhang unterbrochen, sind einzelne Stellen derselben zerstört, so schließt sich eine solche Lücke in der Hautdecke von den Rändern der Wunde her durch Überwachsen mit einer neuen Haut, die erst zart und blutreich ist, später aber als Narbengewebe die umgebende gesunde Haut an Festigkeit und Derbheit übertrifft, weniger Blutgefäße hat (daher die mehr weißliche Färbung), und der Schweißdrüsen wie der Tastkörperchen entbehrt. —

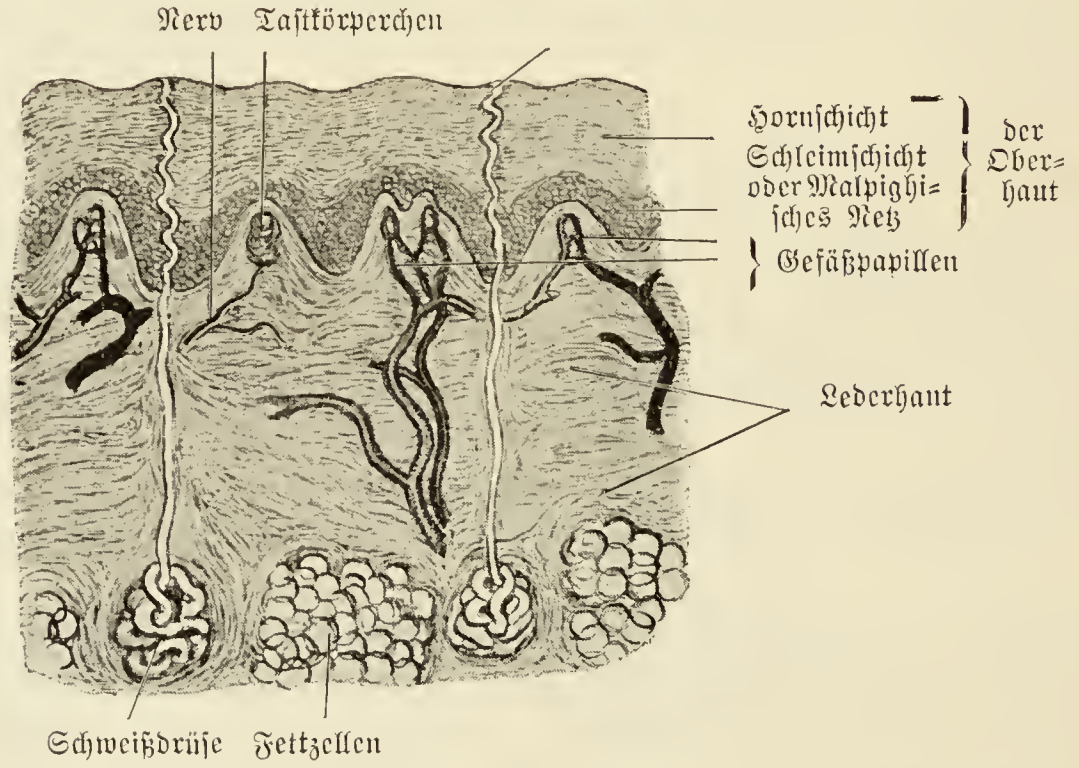


Fig. 307. Senkrechter Durchschnitt durch die Haut bei etwa 50facher Vergrößerung.

Schichten der Haut.

Die Haut besteht aus drei übereinander liegenden Schichten: erstens der Oberhaut; zweitens der Lederhaut; drittens dem Unterhautfettgewebe (Fig. 307).

Von diesen Schichten bildet die Lederhaut, als Trägerin der oberflächlichen Blutgefäße und Nerven der Haut das eigentliche Grundgewebe, die Oberhaut die äußere schützende Hülle, das Unterhautfettgewebe das Polster der Haut.

Thätigkeit der Haut.

Die Haut bildet keineswegs bloß eine äußere schützende Decke des Körpers, sondern es spielen sich auch in ihr wichtige Organthätigkeiten ab. Vor allem ist die Haut ein wichtiges Ausscheidungsorgan. Sie scheidet aus dem Körper Kohlensäure in geringer Menge aus (man rechnet sie auf nur $^1/_{220}$ der Kohlensäureausscheidung durch die Lungen), ferner Wasserdampf, Schweiß und Hauttalg, außerdem werden durch die Haut ausgeschieden, und zwar namentlich mit dem Schweiße, eine Reihe schädlicher Stoffe, von denen wir früher (s. § 72) die „Ermüdungsstoffe" bereits kennen gelernt haben.

Eine weitere wichtige Thätigkeit der Haut besteht darin, daß sie durch die wechselnde Füllung ihrer Blutgefäße, und die mehr oder minder große Schweißabsonderung den Wärmeverlust des Körpers je nach der Wärme der Außenluft einschränkt oder vermehrt. Wir nennen diese Thätigkeit die Wärmeregulierung der Haut.

Endlich ist die Haut durch ihre zahlreichen Nerven ein wichtiges Sinnesorgan: sie ist der Sitz des Tastsinns.

§ 155. Die Oberhaut.

Oberhaut.

Die Oberhaut ist gänzlich blutgefäßlos, und besteht aus dicht aneinandergefügten Zellen. Man unterscheidet zwei Schichten der Oberhaut, in der Tiefe, auf und zwischen den Wärzchen der Oberfläche der Lederhaut, die Schleimschicht oder das Malpighische Netz, und nach außen die Hornschicht. Die Zellen des Malpighischen Netzes sind weich und haben als Schicht ein schleimiges Aussehen, woher die irreführende Bezeichnung „Schleimschicht". Denn mit eigentlichem Schleim hat diese Zellenlage gar nichts zu thun. Die tieferen Zellen des Malpighischen Netzes sind bei den verschiedenen Menschenrassen entweder nur ganz leicht gelblich bis bräunlich oder bis zu dunkleren Tönungen hin gefärbt. Außerdem können sich in ihnen Farbkörnchen (Pigment) anhäufen, und so die Tönung der Hautfarbe noch dunkler gestalten. Die Hautfärbung bei den verschiedenen Menschenrassen ist also nur durch die Färbung der tieferen Zellen des Malpighischen Netzes bedingt (Fig. 308). Die oberen Zellen des Malpighischen Netzes sind ebenso wie die Hornhaut farblos oder etwas gelblich getönt. Hebt sich beim Neger z. B. die Hornschicht durch Blasenbildung unter dem Einfluß eines Zugpflasters oder nach einer Verbrennung vom Malpighischen Netze ab, so ist die Haut dieser Blase weißlich und nicht schwarz. Ebenso sind beim Neger diejenigen Stellen, wo die Hornschicht stärker entwickelt und undurchsichtiger ist, z. B. an den Nägeln, dem Handteller, der Fußsohle, hell getönt.

Malpighisches Netz oder Schleimschicht.

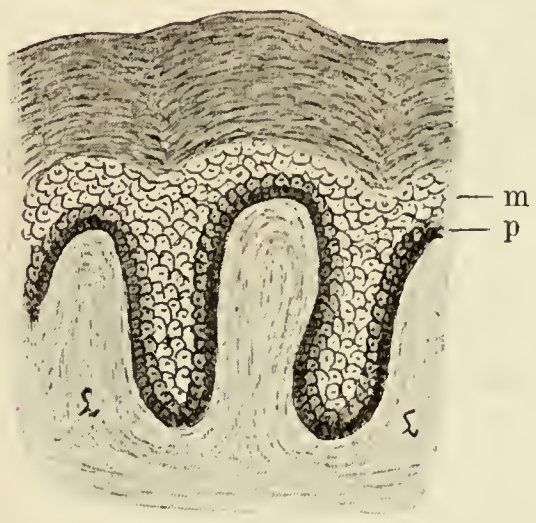


Fig. 308. Senkrechter Durchschnitt durch die Negerhaut. h Hornschicht. m p Malpighisches Netz. m obere, p untere gefärbte Schicht desselben. L Lederhaut.

Unter dem Einfluß der Sonnenstrahlen färben sich auch beim Weißen an den unbedeckten Körperstellen (Gesicht, Hals, Arme, Hände) die Zellen der Schleimschicht dunkler. In Verbindung mit lebhafterem Blutumlauf entsteht so ein bräunlichroter warmer Farbton der Haut der betreffenden Körperstellen. Dieser Ton setzt sich scharf gegen die Weiße derjenigen Hautstellen ab, welche stets bedeckt getragen werden, z. B. am Nacken. Da solch „sonnverbranntes" Aussehen in ausgesprochenem Maße nur

bei frischer Bewegung im Freien erworben werden kann, so gilt es mit Recht als ein Zeichen rüstiger Gesundheit. Bei Rückkehr zur Alltagsbeschäftigung im geschlossenen Raum geht allerdings die auf einer längeren Wanderfahrt, einer militärischen Übung usw. erworbene gesunde Farbe bald wieder verloren, und macht dem bleichen Ton des Stubenarbeiters Platz, falls nicht ein Teil der Mußestunden zu regelmäßiger Bethätigung im Freien benutzt wird.

Hornschicht. Indem die weichen Zellen des Malpighischen Netzes zu flachen trockenen Schüppchen sich umformen und verhornen, entsteht die Hornschicht. Die Oberfläche der Hornschicht nutzt sich stetig ab, indem sich vertrocknete Schüppchen von der Haut abstoßen. Dafür rückt aus den in immerwährender Vermehrung begriffenen Zellen des Malpighischen Netzes immer neuer Ersatz nach oben. Unsere Haut erneuert sich also fortwährend.

Nägel und Haare.

§ 156. Nägel und Haare.

Mannigfache Gebilde, die als starker Schutz, wie als zuweilen furchtbare Waffe dienen, erzeugt die Hornschicht im Tierreich. Hierhin gehören die Hörner, Geweihe, Klauen, Hufe, Borsten, Stacheln, Schuppen, Schilder usw. Beim Menschen sind es die Nägel und die Haare, welche ebenfalls verhaarte Oberhautgebilde darstellen.

Nägel. Die Nägel sind feste gewölbte Hornplatten, auf der Rückseite aller Finger- und Zehenspitzen gelegen. Der Nagel ist mit seiner Unterlage verwachsen und schiebt sich, unablässig wachsend, aus dem Nagelbett vor. Er greift seitlich in den Nagelfalz ein, während die Spitze meißelförmig über die Finger- oder Zehenspitze hervorragt. Als Angriffswaffe ist der Nagel harmlos — weniger harmlos ist die Schmutzschicht, welche sich stetig unter der Schneide des Nagels sammelt, und namentlich bei der Berührung von Wunden durch Übertragung giftiger Keime gefährlich werden kann.

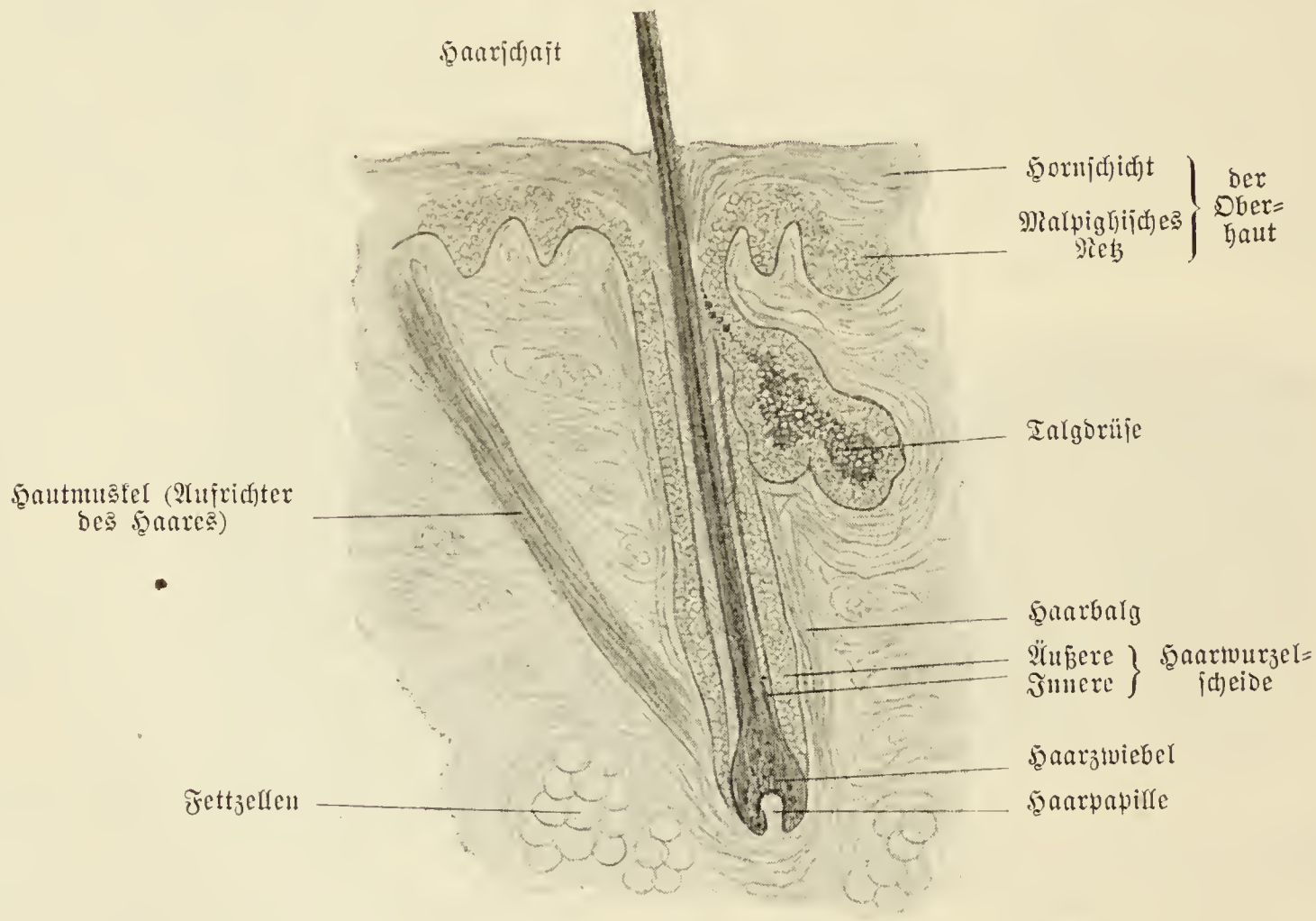


Fig. 309. Senkrechter Durchschnitt durch den Ursprung eines Haares in der Haut. Vergrößerung etwa 75.

Für jeden, der Verwundete zu pflegen und zu verbinden hat, ist stete gründlichste Reinigung und Desinfektion der Unterfläche der Nagelschneide strengstens geboten.

Die Haare, als zarte, kaum sichtbare Woll- oder Flaumhaare beim Kinde über den ganzen Körper verbreitet, sind an einzelnen Körperstellen des Menschen (Kopf-, Bart-, Augenbrauen-, Wimper-, Achsel-, Schamhaare) besonders stark entwickelt und gehäuft. Man unterscheidet (Fig. 309) bei jedem Haare die Haarwurzel, d. h. den in der Haut steckenden Teil des Haares, und den über die Haut hervorragenden Haarschaft, der in die Haarspitze endigt. Die Haarwurzel, an ihrem Ende zur Haarzwiebel verdickt, steckt in einer flaschenförmigen Vertiefung der Haut, dem Haarbalg. Im Haarbalg ist die Haarwurzel umgeben von der Haarwurzelscheide. In diese münden eine oder mehrere Talgdrüsen, welche mit dem Haartalg, den sie absondern, das Haar einfetten. Die das Haar zusammensetzenden verhornten Zellen enthalten einen Farbstoff, dessen geringeres oder stärkeres Vorkommen die Verschiedenheiten der Haarfarbe verursacht. Das Verschwinden dieses Farbstoffes aus den Haaren ist Ursache des Ergrauens und Weißwerdens der Haare. Haare.

§ 157. Die Lederhaut.

Lederhaut.

Die Lederhaut besteht aus sehr festem elastischem Bindegewebe, zwischen dessen Züge auch organische Muskelfasern, die namentlich zu den Haarwurzeln führen, eingestreut sind. Sie läßt sich durch das Gerben in Leder verwandeln, während die Oberhaut beim Gerben sich ablöst. Menschenleder zu gerben war zur Zeit der französischen Revolution beliebt. — Die Oberfläche der Lederhaut erscheint nach Entfernung der Oberhaut besetzt mit zahllosen nagelförmigen Wärzchen, den Hautpapillen. Man hat deren an der Innenfläche der Finger 80, an der Haut des Handtellers 40 auf 1 qmm gezählt. In die Papillen der Haut dringen ein entweder Blutgefäße in Form von Haargefäßschlingen (Gefäßpapillen) oder Nervenfasern, die in kleinen bindegewebigen ovalen Körperchen, den Tastkörperchen, oder auch in knopfförmigen Anschwellungen des Nerven, den Nervenendknöpfchen, enden. Die Tastkörperchen vermitteln den Tastsinn. An denjenigen Körperstellen, wo der Tastsinn besonders fein entwickelt ist, sind die Tastkörperchen auch besonders zahlreich. So zählte man auf ein Quadratmillimeter Haut

Hautpapillen.

Tastkörperchen.

am 3. Glied des Zeigefingers ca. 21 Tastkörperchen
„ 2. „ „ „ ca. 8 „
„ 1. „ „ „ ca. 3 „

— an der Innenfläche des Vorderarms nur 1 Tastkörperchen auf 35 qmm Haut.

§ 158. Das Unterhautfettgewebe.

Unterhautfettgewebe.

Das Unterhautfettgewebe ist von der Lederhaut nicht scharf abgegrenzt. In demselben schieben sich zwischen die von zahlreichen Blutgefäßen durchsetzten Bindegewebszüge mehr oder weniger starke Nester von Fettzellen. Die Dicke des Unterhautfettgewebes ist je nach der Menge des Hautfetts bei den verschiedenen Menschen außerordentlich verschieden. Die Fettschicht der Haut dient der Haut als weiches Polster, welches die Körperformen gefällig rundet und alle scharfen Vorsprünge von Knochen oder Muskeln sanft vermittelt. Eine mäßige Entwicklung des Fettgewebes macht die Haut ebenso fest als elastisch und bei entsprechendem Blutreichtum der Haut und gesunder Hautthätigkeit geschmeidig. Mangelt das Fett, so wird die Haut bei schwächlichen Menschen dünn, leicht in Falten abhebbar und welk. Bei kraftvollen Menschen, bei denen das Hautfett infolge starker Muskelarbeit aufgezehrt ist, bleibt auch die fettarme Haut noch fest um die Muskeln gelagert, und letztere treten in

in ihren Umrissen und bei Bewegung in ihrer An- und Abschwellung deutlich hervor (sehniger Körper). Nimmt die Fettschicht außergewöhnlich stark zu, so werden die Körperformen üppig; das Relief der Knochenvorsprünge und oberflächlichen Muskeln verschwindet unter der gleichmäßig glättenden Fettschicht; die Hautfurchen an den Gelenkbeugen werden tiefer; die Haut fühlt sich weich und schwammig an, und wird zudem, da die starken Fettmassen den Blutumlauf in der Haut erschweren, blaß.

Die Verteilung der Fettmassen in der Haut ist an den verschiedenen Körpergegenden sehr verschieden. Stets fettlos ist die Haut an den Augenlidern und an den Ohrmuscheln. Fettärmer ist ferner die Haut über den Gelenken. Am meisten häuft sich das Fett an über der Brust, am Bauche, namentlich der Unterbauchgegend (Schmerbauch), und bei Weibern besonders stark noch um die Hüften, auf dem Gesäß und um die Schenkel.

Schweiß- und Talgdrüsen.

§ 159. Schweiß- und Talgdrüsen.

Die Schweißdrüsen liegen in der Tiefe der Lederhaut. Sie stellen lange Schläuche dar, welche in Form von Knäueln zusammengewickelt erscheinen, während der Ausführungsgang in gewundenem Verlauf die Oberhaut durchbohrt und an der Körperoberfläche endet. Die Zahl der Schweißdrüsen am Körper des Erwachsenen bestimmte Krause auf 2 Millionen. Am zahlreichsten sind die Schweißdrüsen im Handteller, an der Fußsohle und in der Achselhöhle.

Talgdrüsen. Die Talgdrüsen, traubenförmig gebaut, sondern den Hauttalg ab. Sie münden meistens in die Haarbälge, doch endet auch ein kleiner Teil von ihnen, namentlich in der Gesichtshaut, unmittelbar an der Hautoberfläche. Die Talgdrüsen der Gesichtshaut entzünden sich häufig, namentlich infolge von Verstopfung ihrer Ausführungsgänge, und bilden dann die als „Mitesser“ oder Finnen bekannten Knötchen der Haut. In den Talgdrüsen haust häufig ein kleines milbenartiges Tierchen, der übrigens harmlose Demodex folliculorum.

Absonderungen der Haut.

§ 160. Die Absonderungen der Haut.

Die Gesamtoberfläche der Haut eines Erwachsenen beträgt etwa $1^1/_2$ Quadratmeter. Diese Fläche sondert feste sowohl wie flüssige und gasförmige Stoffe ab. Diese sind:

1. Oberhaut, d. h. die sich abschilfernden trocknen und abgenutzten Schüppchen der Hornschicht. Dazu kommen noch die ausfallenden Haare, sowie der Verlust von Haar- und Nagelsubstanz durch zeitweises Beschneiden der Haare und der Nägel.

Hauttalg. 2. Hauttalg. Der von den Talgdrüsen abgesonderte Hauttalg, welcher Haare und Haut eingefettet und geschmeidig erhält, besteht im wesentlichen aus Fett und Fettseifen. Besonders zu erwähnen ist die leicht zu größeren Klümpchen sich sammelnde und verhärtende Absonderung der Haut des äußeren Gehörganges, das Ohrenschmalz.

Schweiß. 3. Schweiß. Der Schweiß wird von den Schweißdrüsen und zwar je nach den äußeren Umständen in stark wechselnder Menge abgesondert. Für gewöhnlich, d. h. ohne daß eigentliche tropfbar flüssige Schweißbildung auftritt, beträgt die Menge des von der Hautoberfläche abgegebenen Wassers etwa 600—800 g in 24 Stunden, ist also viel größer als die Wasserabgabe durch die Lungen mit der Ausatmungsluft. Diese Schweißmenge kann leicht auf 1500—2000 g in 24 Stunden steigen. Im Dampfbad sammelte Favre in $1^1/_2$ Stunden 2560 g Schweiß.

Die Schweißabsonderung wird vermehrt: 1. durch erhöhte Temperatur der Umgebung (hohe Luftwärme, Dampfbad, heißes Wasserbad). 2. durch starken Wassergehalt des Blutes, namentlich nach Aufnahme reichlichen warmen Getränks (z. B. schweißtreibender warmer Theeaufguß). 3. durch erhöhte Herzthätigkeit, so namentlich bei starker Muskelarbeit. 4. durch bestimmte Arzneistoffe. — Die Anlage zum Schwitzen ist übrigens bei verschiedenen Personen sehr verschieden. Besonders leicht geraten in Schweiß fettreiche Leute mit starkem Wassergehalt der Gewebe.

Der Schweiß besteht aus Wasser, welches in ganz geringen Mengen (0,6—2,5 %, im Mittel 1,18 %) feste Stoffe enthält. Diese sind namentlich Kochsalz, Fette und flüchtige Fettsäuren. Auch Harnstoff kann im Schweiß enthalten sein, sowie sogenannte Ermüdungsstoffe (s. o. § 72).

Riechstoffe.

4. Riechstoffe. Teils die verschiedenen flüchtigen Fettsäuren des Schweißes, teils andere flüchtige Stoffe, welche durch die Haut abgesondert werden, geben der nackten Hautoberfläche, namentlich an denjenigen Stellen, wo die Schweißbildung besonders stark ist (Achselhöhle, Fußsohle), einen besonderen Geruch. Dieser Duft der Haut kann, namentlich wenn er einem gesunden jugendfrischen Körper entströmt, angenehm empfunden werden und vermag selbst die Geschlechtslust zu steigern. Er kann aber auch auf Außenstehende unangenehm wirken (im Volksmund: „einen nicht riechen können"). Besonders starke Hautthätigkeit und abstoßenden starken Geruch haben die Neger. — Eine staunenswerte Unterscheidungsgabe für den eigentümlichen Geruch einer Persönlichkeit hat der Hund, welcher unter zahlreichen sich kreuzenden und sich deckenden Fußspuren die seines Herrn sicher herauswittert.

Atemgase.

5. Atemgase. Auch durch die Haut wird Kohlensäure ausgeschieden und Sauerstoff aufgenommen. Indes ist diese Atemthätigkeit der Haut eine äußerst geringfügige, und kommt der Lungenatmung gegenüber nicht in Betracht. —

Es sei noch erwähnt, daß die Riechstoffe bestimmter Nahrungsmittel, z. B. Knoblauch, sowie ferner eine Reihe von Arzneistoffen in den Schweiß überzugehen vermögen.

Die gesamte Hautthätigkeit ist für den gesunden Ablauf unserer Körperverrichtungen von großer und unersetzlicher Bedeutung. Wird die Hautthätigkeit über größere Strecken der Haut unterdrückt, z. B. durch umfangreiche oberflächliche Verbrennung oder Verbrühung, oder dadurch, daß die Haut mit luftdicht abschließenden Stoffen (z. B. Lack) überzogen wird, so tritt leicht Tod ein.

§ 161. Natürliche Wärmeregulierung des Körpers.

Wärmeregulierung.

Indem die Nahrungsmittel, welche dem Körper zugeführt sind, in diesem durch Sauerstoffzufuhr verbrannt werden, erzeugt der Körper Arbeit und Wärme. Beim ruhenden Menschen tritt diese Umsetzung der Spannkräfte in lebendige Kräfte fast völlig als Wärme auf — zur Unterhaltung der Atmung und des Kreislaufs ist allerdings stetig Arbeit notwendig.

Körperwärme.

Die Wärme des gesunden menschlichen Körpers ist — mit geringen Schwankungen am Tage — stets dieselbe, nämlich gegen 37° C. Die Schwankungen vollziehen sich so, daß die geringste Körperwärme morgens gegen 5 Uhr vorhanden ist, und zwar im Mittel 36,7°, während die Körperwärme von da langsam ansteigt bis 37,5°, um 4 nachmittags. Von da sinkt sie wieder langsam. — Die Abweichungen von diesen Zahlen sind nur gering.

Die mittlere Körperwärme des Erwachsenen beträgt also gegen 37°; etwas höher ist sie in den ersten Lebensjahren. Steigt die Körperwärme über 37,8° im

Fieber. Tagesmittel, so handelt es sich um einen krankhaften Zustand, den wir Fieber nennen. — Steigt die Körperwärme im Fieber bis zu 43°, oder sinkt sie unter 34°, so tritt fast stets der Tod ein. — Geringe Steigerungen der Körperwärme um einige zehntel Grade werden bewirkt durch heftigere Muskelarbeit, geistige Anstrengung, starke Nahrungsaufnahme.

Die Wärme der umgebenden Luft übt so gut wie gar keinen Einfluß auf die Körperwärme aus. Mag der Mensch in der Tropenhitze der afrikanischen Sonne weilen, mag er sich im Eismeer nahe dem Nordpol befinden: seine Körperwärme beträgt hier wie dort 37°.

Die Möglichkeit, daß die Körperwärme des Menschen dieselbe bleibt, wenn auch die umgebende Luftwärme Unterschiede von mehr als 40° C. aufweist, ist gegeben durch die Wärmeregulierung des Körpers. Dieselbe besteht im wesentlichen darin, daß bei sehr kalter umgebender Luft oder Wasser die Wärmeabgabe durch Strahlung und Leitung und damit übermäßige Abkühlung, so daß die Körperwärme unter 37° sinkt, möglichst eingeschränkt und verhütet wird. Bei sehr warmer Umgebung, wo die Gefahr eine Überhitzung des Körpers und Steigen der Körperwärme über 37° vorliegt, wird umgekehrt die Wärmeabgabe des Körpers möglichst begünstigt.

Verschiedene Füllung der Blutgefäße der Haut.

Es sind die Blutgefäße der Haut, welche auf selbstthätige Anregung hin die Wärmeabgabe des Körpers in ziemlich weiten Grenzen regulieren. Bei Kälte ziehen sich die kleinen zuführenden Blutgefäße der Haut zusammen, ebenso kleine in die Haut eingelagerte organische Muskelfasern. Die Haut wird blaß und kalt, weniger weich, saftarm und spröde. Je weniger warmes Blut die äußere Haut durchströmt, um so geringfügiger wird der Wärmeverlust. Umgekehrt erweitern sich die Blutgefäße der Haut, die Haut wird rot, wird schwellend und saftreich, wird warm und kann viel Wärme ausstrahlen, bei großer Wärme der Umgebung. Nicht nur das. Der starke Blutzufluß zur Haut bewirkt auch eine besonders starke Thätigkeit der Schweißdrüsen. Die ganze Hautoberfläche sondert Schweiß ab, zu dessen Verdunstung große Wärmemengen nötig sind, welche der Haut entzogen werden. Es ist mithin nicht nur die stärkere Wärmeausstrahlung der blutreichen Haut, sondern namentlich auch der Wärmeverlust durch Verdunstung des starken Hautschweißes, welcher bei großer Außenwärme abkühlend wirkt, und Wärmestauung im Körper verhütet. Wie unheilvoll eine Behinderung dieser Regulierung der Wärmeabgabe für den Körper werden kann, zeigt der Hitzschlag, welcher unten kurz besprochen werden soll. —

Verengerung und Erweiterung der Hautgefäße durch Nerveneinfluß.

Der Vorgang der Wärmeabgabe findet selbstthätig so statt, daß die Kälte- oder Wärmeempfindung, von der äußeren Haut dem Centralnervensystem vermittelt, auf dem Wege der Blutgefäßnerven die glatten Muskelfasern der Hautblutgefäße (s. o. Fig. 200) entweder zur Zusammenziehung reizt — Verengerung —, oder zur Erschlaffung bringt — Erweiterung der Blutgefäße. Ähnliche Wirkungen können auch bestimmte seelische Vorgänge durch Nerveneinfluß auf die Blutgefäße der Haut ausüben. Bei Zorn, Furcht und Schreck wird namentlich die Gesichtshaut blaß durch Verengerung der Hautblutgefäße, die Muskeln der Haut ziehen sich bei Schrecken zusammen (Gänsehaut) und richten die Kopfhaare auf (Sträuben des Haars). Bei freudiger Erregung erweitern sich die Hautgefäße: das Antlitz färbt sich lebhafter. Die Erregung ferner des Schamgefühls übergießt die Haut des Gesichts, des Halses und der oberen Brustgegend mit Schamröte. —

Weitere Hilfsmittel der Wärmeregulierung.

Zu der durch die Hautblutgefäße erwirkten Wärmeregulierung kommen aber noch weitere Hilfsmittel hinzu. Wie die Vermehrung der Kohlensäureabgabe bei Kälte und deren Verminderung bei Wärme zeigt, steigert äußere Kälte den Stoffumsatz im Körper und damit die Wärmeerzeugung. In der Kälte sucht ferner der Körper unwillkürlich durch Muskelbewegungen die Wärmeerzeugung zu steigern: Zittern,

Frostschaudern. Ebenso sucht man sich durch willkürliche Muskelbewegungen in der Kälte einen höheren Grad von Wärmeerzeugung zu verschaffen: Schlagen mit den Armen, Laufen auf der Stelle usw. In der Kälte ist man eben zu heftigerer Muskelbewegung besonders aufgelegt, man empfindet sie als wärmend und wohlthuend. Anhaltende frische Bewegung läßt stärkere Kältegrade leicht und ohne Schaden ertragen.

§ 162. Hitzschlag und Sonnenstich.

Hitzschlag und Sonnenstich.

Unter Hitzschlag verstehen wir eine Wärmeanstauung im Körper infolge Störung der Wärmeregulierung. Wird bei starker Luftwärme eine anhaltende Körperbewegung (z. B. Marsch mit schwererem Gepäck) ausgeführt, hindert dichte Bekleidung die Wärmeausstrahlung, ist durch hohe Luftfeuchtigkeit (bedeckter Himmel, Gewitterschwüle) die Schweißverdunstung gehindert, und herrscht dazu Windstille, oder ist durch spärliche Flüssigkeitsaufnahme das Blut eingedickt, so daß genügende Schweißmengen nicht auf die Haut treten können, dann ist das Gleichgewicht zwischen Wärmeerzeugung des Körpers und Wärmeabgabe auf der Haut gestört. Die Wärmeabgabe ist zu gering — und es findet eine Steigerung der Körperwärme bis zu hohen Fiebergraden (41,5 bis 42° ja 43° sind in solchen Fällen gemessen) statt. Es tritt meist auffallende Blässe bei trockner welker Haut ein, das Gesicht erscheint von gealtertem Aussehen, der Puls wird sehr häufig und klein, und ohnmächtig bricht der vom Hitzschlag Betroffene plötzlich zusammen. Zuweilen tritt unter Herzlähmung dann der Tod ein — während in den meisten Fällen bei zweckmäßiger Behandlung sich die Leute wieder erholen. Besonders häufig sind Fälle von Hitzschlag bei marschierenden Truppen.

Zur Verhütung des Hitzschlags bei längeren Märschen oder Radfahrten in starker Hitze dienen folgende Maßregeln: Marschierende Abteilungen sollen nicht geschlossen sich bewegen, sondern in gelockerter Marschreihe; Tornister oder Rucksack sollen möglichst leicht sein; die Kleidung darf nirgendwo beengen und fest schließen, und soll namentlich um den Hals lose sein; auf dem Marsch soll hinreichend und oft Wasser getrunken werden, wogegen alkoholhaltige Getränke zu meiden sind.

Die Hilfe bei einem von Hitzschlag Betroffenen besteht wesentlich in folgendem: Die Kleider sind zu lockern, Gepäcklast zu entfernen; man besprenge das Gesicht und die entblößte Brust mit kaltem Wasser, reibe sie kalt ab, oder übergieße mit Wasser; man halte dem Bewußtlosen Äther oder Salmiakgeist an die Nase, und suche nach wiedergekehrtem Bewußtsein erregendes Getränk einzuflößen; in schweren Fällen muß künstliche Atmung zur Erhaltung des Lebens gemacht werden. —

Die Erholung geht bei Hitzschlag sehr langsam vor sich. Der Tod kann noch nach Stunden eintreten.

Sonnenstich wird herbeigeführt durch die Einwirkung heißer Sonnenstrahlen auf den Kopf. Das Gesicht wird dabei stark rot, als Zeichen heftigen Blutandrangs zum Gehirn, der Gang wird taumelnd. Schließlich tritt Unfähigkeit zu weiterer Bewegung und Bewußtlosigkeit ein. Zur Verhütung dient eine gut ventilierte leichte und die Hitze abhaltende Kopfbedeckung: weißer Tropenhelm; leichter Strohhut; Schutz von Kopf und Nacken durch Auflegen eines weißen Tuches; Einlegen feuchter Blätter in den Hut. — Bei einem Anfall von Sonnenstich lege man den Befallenen mit dem Kopfe hoch; mache kalte Überschläge auf Kopf und Brust oder kalte Übergießungen usw.

Im ganzen ist der Hitzschlag gefährlicher als der Sonnenstich; hinterläßt auch nach Abwendung der unmittelbaren Gefahr weit längere Abspannung und Mattigkeit.

Leibesübung im Freien in den verschiedenen Jahreszeiten.

§ 163. Leibesübung im Freien in den verschiedenen Jahreszeiten.

Fragen wir uns nach dem Vorhergehenden, unter welchen Umständen in den verschiedenen Jahreszeiten Leibesübungen im Freien zuträglich und empfehlenswert sind, so ergiebt sich folgendes. Die Zuträglichkeit der Witterung wird bestimmt erstens durch die Luftwärme; zweitens durch die Luftfeuchtigkeit; drittens durch die Luftbewegung oder Windstärke.

Einfluß der Luftwärme.

1. Luftwärme. Bei zunehmender Luftwärme über 22° R. hinaus ist bei körperlicher Arbeit, wie sie die Leibesübungen erfordern, die Wärmeregulierung eine erschwerte, so daß leicht Überhitzung und Erschlaffung eintritt. Umgekehrt vollzieht sich mit sinkender Luftwärme die Wärmeregulierung bei Muskelarbeit immer leichter, das Gefühl der Frische nimmt zu. Erst wenn die Wärmeabgabe größer wird als die durch Muskelbewegung neu erzeugte Wärme, tritt an Stelle des Gefühls der Frische das der Kälte, und wirkt erstarrend auf den Bewegungstrieb. Dabei kommt allerdings viel auf die Gewöhnung und Abhärtung des Einzelnen, ferner auf die Art seiner Bekleidung und den Umfang der Muskelbewegung an.

Einfluß der Luftfeuchtigkeit.

2. Luftfeuchtigkeit. Mit Feuchtigkeit gesättigte heiße Luft, die als erschlaffende Schwüle empfunden wird, erschwert bald die Wärmeregulierung und ist zur Vornahme stärkerer Leibesübung nicht geeignet. Trockene heiße Luft saugt dagegen den Schweiß bald auf und gewährt bei leichterer körperlicher Arbeit einen hinreichenden Grad von Abkühlung.

Bei niedrigen Wärmegraden bis zu größerer Kälte hinab wird Lufttrockenheit gut ertragen. Ist dagegen die kalte Luft mit Feuchtigkeit bis zur Nebelbildung übersättigt, so setzt sich die Luftfeuchtigkeit in den Kleidern fest, macht diese undurchlässig und bindet weit mehr Wärme, als die kalte Luft an sich thun würde, wenn sie trocken wäre. Wir frieren selbst bei Körperbewegung in Nebelluft mit + 5 R., während wir uns wohl fühlen und angewärmt von der strahlenden Wintersonne an einem trocknen Wintertage mit — 5° R.

Luftbewegung.

3. Luftbewegung. Mäßige Windstärke ist vor allem angenehm bei höheren Graden von Luftwärme, da sie die Abdunstung und damit die Abkühlung ungemein fördert. Bei niederer Luftwärme vermehrt dagegen Luftbewegung die Abkühlung zu sehr und verursacht bald Kälteempfindung. Stark, ja unangenehm empfindlich kühlt heftiger Wind bei Kältegraden ab. —

Was die Art der im Freien vorzunehmenden Leibesübungen betrifft, so muß diese sich den augenblicklichen Witterungsverhältnissen anzupassen wissen. Zu jeder Jahreszeit etwa unsere Schuljugend nach der gewohnten Leier ihre Lektion im Freien abturnen zu lassen, wäre allerdings mehr wie verkehrt. Nur dann verhüten wir einerseits Überhitzung, andererseits Erkältung und Frostgefühl, wenn wir bei starker Wärme leichtere Körperbewegung machen, bei mittlerer Wärme uns schon mehr zumuten, bei Kälte aber anhaltende und möglichst ausgiebige Bewegung verlangen.

Bei kalter Luft im Herbst und Winter ist eine anhaltende Bewegung, wie sie der Lauf, strammer Marsch, Fußballspiel, Schlittschuhlaufen u. dergl. verlangen, wohl zuträglich. Dagegen passen nicht dahin Riegenturnen, nicht Ordnungsübungen, nicht Freiübungen an Ort. Umgekehrt spielt man keinen Fußball in der Julihitze, sondern leichte Ballspiele, welche wie z. B. der Thorball (Cricket) den Spielern häufig größere Ruhepausen gewähren.

Wir können mithin zu allen Jahreszeiten Leibesübungen im Freien betreiben. Es kommt nur darauf an, daß diese Leibesübungen den jeweiligen Witterungsverhältnissen entsprechend gewählt sind. —

Will man die Tage, an welchen Leibesübungen im Freien für die Jugend zuträglich sind, näher begrenzen, so kann geübt werden.

a) In der wärmeren Jahreszeit:
bei mäßig trockner Luft und Windstille bis hinauf zu 22° R.
bei mäßig trockner Luft und leichtem bis frischem Wind bis hinauf zu 25° R.
bei feuchter schwüler Luft bis hinauf zu 20° R.

b) Im Winter:
bei trockner Luft mit Sonnenschein und Windstille bis hinab zu — 2° R.
bei trockner Luft mit bedecktem Himmel und Windstille bis hinab zu 0° R.
bei trockner Luft mit Sonne und mäßigem Wind bis hinab zu 0° R.
bei sehr feuchter Luft (Nebelbildung) bis hinab zu + 3° R.

Für abgehärtete und geübte junge Leute sind auch größere Kältegrade als die angegebenen bei entsprechender Bewegung sehr gut erträglich.

§ 164. Die Kleidung.

Gründe der Gesundheit, Sittlichkeit und Schönheit zwingen einen großen Teil der Menschheit, ihren Körper mit Kleidungsstücken mehr oder weniger zu umhüllen. Die Befriedigung des Schönheitssinns nach der Form der Kleidung, sowie nach Farbe und Kostbarkeit des Kleiderstoffes und sonstigen Aufputzes steht dabei zunächst wohl in letzter Linie. Was die Sittlichkeit betrifft, so hat die größere oder geringere Vollständigkeit der Bekleidung an und für sich damit nichts zu thun: hier sind lediglich die entsprechenden Begriffe und Anschauungen bei den verschiedenen Völkern maßgebend. Eine nur mit schmalem Hüftschurz bekleidete und sonst nackte junge Wilde mag höchst sittsam erscheinen, während eine herausfordernd gekleidete oder gar ausgezogene Europäerin sich höchst schamlos zeigt.

Es ist also vor allem das gesundheitliche Bedürfnis, welches den Menschen, dem kein dichtes Haarkleid wie den Tieren gegeben ist, zwang, sich mit schlechten Wärmeleitern zum Schutz gegen Kälte und Nässe zu umhüllen. Nur so vermochte der Mensch allen Unbilden von Klima und Wetter zu trotzen, und den Erdball vom Äquator bis in die Polarregionen zu besiedeln und zu bevölkern.

Die selbstthätige Wärmeregulierung der Haut, wie wir sie oben kennen gelernt, erhält in der Kleidung eine sehr wirksame Unterstützung, sie wird zum Teil durch dieselbe ersetzt. Der Austausch zwischen Körper- und Luftwärme, bei großen Wärmeunterschieden beider und bei starker Verdunstung für die bloße Haut mehr wie empfindlich, wird durch die Kleidung verlangsamt, und von der Haut weg an die Außenfläche der Kleidungsstücke verlegt.

Unsere Haut giebt Körperwärme an ihre Umgebung ab: erstens durch Leitung; zweitens durch Strahlung; drittens durch Wasserverdunstung (Schweiß). Indem die Kleidung diesen Wärmeverlust stark einschränkt, wird dem Körper Wärme erhalten. Es braucht weniger ungenutzt abzugebende Wärme im Körper durch Verbrennung von Nahrungsstoffen erzeugt zu werden. Die Kleidung schützt also vor unnötigen Wärmeausgaben und spart Nahrung.

Wärmeverlust durch Strahlung und Leitung.

Die Wärme, welche unsere Haut ausstrahlt und durch Leitung verliert, wird zunächst in die Kleidung ausgestrahlt. Sie wärmt die Luftschicht zwischen Kleidung und Haut, sowie die Luft in den Poren des Kleiderstoffs. Da Luft ein schlechter Wärmeleiter — im Gegensatz zum Wasser, welches ein guter Wärmeleiter, weshalb dem entblößten Körper eine Luft von 18° warm scheint, dagegen ein Bad von 18° kühl —, so wird auf diese Weise die Körperwärme nur sehr langsam abgegeben.

Schon daraus geht hervor, daß mehrere Lagen von dünnen Kleidungsstoffen übereinander, deren jede eine Luftschicht zwischen sich faßt, schlechter leiten und daher wärmer halten als ein einziges, wenn auch noch so dickes Kleidungsstück auf bloßem Leibe getragen. Es ergiebt sich daraus ferner, daß ein lockerer poröser und lufthaltiger Stoff — entsprechend dem Pelz-, Woll- oder Federkleid der Tiere —, weil die Wärme schlecht leitend und langsam ausstrahlend, weit wärmer hält, als ein gut leitendes, wenn auch noch so dickes und derbes Material, wie z. B. Leder.

Am schlechtesten leiten und wärmen am meisten, weil viele Luft zwischen sich fassend: Pelzwerk, Dunen, rohe Seide, Schafwolle. Besser leiten und wärmen weniger: Baumwolle, Flachs, gedrehte Seide.

Dabei ist vorausgesetzt, daß diese Stoffe trocken sind. Nasse oder feuchte Kleider, deren Poren also statt mit Luft mit Wasser ausgefüllt sind, werden stets zu guten Wärmeleitern. Daher entziehen sie dem Körper weit mehr Wärme und erzeugen das Gefühl des Fröstelns.

Aufsaugung von Schweiß

Besonders wichtig hinsichtlich der Wahl der Kleidungsstoffe ist aber ihr Aufsaugungsvermögen für Flüssigkeit. Ein gleiches Gewicht Wolle vermag doppelt so viel Flüssigkeit (Hautschweiß) aufzunehmen als Leinen; das Leinen giebt die aufgenommene Flüssigkeit doppelt so schnell ab und trocknet um so viel schneller. Während ein nasses Taschentuch an der Luft schnell trocknet, bleibt ein nasser Strumpf noch lange feucht. Die Eigenschaft des Leinens, den aufgenommenen Schweiß schnell zu verdunsten, läßt, da diese Verdunstung sehr viel Wärme der Haut entzieht, Leinen im Sommer auf bloßem Körper getragen dem Abgehärteten als angenehm kühl, dem Empfindlichen als unangenehm kalt erscheinen. Andererseits giebt zwar die Wolle ihre Feuchtigkeit sehr viel langsamer ab, ruft also keine plötzliche Abkühlung hervor, indes sagt das Gefühl, welches die feuchte wollene Unterkleidung hervorruft, nicht jedem zu. Unbestritten bleibt ferner, daß auch die beste wollene Unterkleidung die Haut mehr oder weniger reizt, selbst bis zum Entstehen juckenden Ausschlags, die Haut in stetem Schweiß erhält und gegen Abkühlung sehr empfindlich macht, d. h. verweichlicht. Leinen wie Wolle haben mithin ihre Vorzüge wie Nachteile. Da die Baumwolle in Bezug auf Schweißaufsaugung das Leinen übertrifft, in Bezug auf Abdunstung nicht so schnell abkühlend wirkt wie Leinen, aber auch nicht so langsam abdunstet wie Wolle, und endlich keinen Hautreiz ausübt ähnlich dem der Wolle, so haben sich die Unterkleider aus porösen gewebten Baumwollstoffen der weitaus größten Verbreitung zu erfreuen. Je nach Gewöhnung, Widerstandsfähigkeit und vorwiegender Beschäftigung wird dem einen dieser, dem andern jener Bekleidungsstoff mehr zusagen und auch zuträglicher sein.

Kleidung bei Leibesübungen.

§ 165. Kleidung bei Leibesübungen.

Was die zweckmäßigste Kleidung bei Leibesübungen betrifft, so muß hier unterschieden werden eine nur zeitweilig zur Vornahme anstrengenderer Bewegung angelegte, und nachher mit dem Alltagsgewand wieder umgetauschte Turn- oder Sportkleidung, und eine Kleidung, die zu Dauerübungen — wie mehrtägige Radfahrten, Fußwanderungen u. dergl. getragen werden soll. Die Anforderungen an beide werden sich vom gesundheitlichen Standpunkte verschieden gestalten. Wenn ehedem Jahn und seine Schüler nicht nur auf dem Turnplatze, sondern auch bei längeren Wanderfahrten Anzüge aus grauem Leinen (Leinenhemd, Jacke und lange Hose aus Leinen) trugen, so war diese Tracht höchstens für warme trockne Sommertage zweckmäßig, im übrigen aber so ungeeignet als möglich. Diese alte Turnerkleidung ist daher heute so gut wie gänzlich ausgestorben.

Für den Übungsplatz haben sich die porösen und leichten Stoffe, wie sie namentlich aus Baumwolle, Vigogne und Wolle, gewebt oder gestrickt, in so mannigfacher Art gefertigt werden, allenthalben Eingang verschafft. Namentlich der Flanell und die verschiedenen Trikotgewebe sind mit Recht bevorzugt. Hinsichtlich des Schnitts der Turn- und Sportkleidung ist alles zu vermeiden, was die volle Bewegungsfreiheit zu beeinträchtigen vermag; nirgendwo darf die Kleidung beengen, den Atemgang beeinträchtigen oder gar den Blutlauf in den oberflächlichen Blutadern hemmen, wie dies z. B. enge Halskragen oder Strumpfbänder unter dem Knie zu thun vermögen. Das Hemd sei daher um den Hals weit; die Ärmel des Hemdes sind kurz zu tragen, oder wenn lang, so doch nicht über dem Handgelenk fester anschließend. Zu verwerfen sind feste Leibriemen zum Halten der Hosen, weil sie die Bauchatmung behindern. Für Leibesübungen, welche ungehinderte Bewegung der Beine verlangen, wie Laufen, Fuß- und Schlagballspielen, Radfahren, Rudern usw. sind kurze Kniehosen, welche um das Knie selbst nicht fest schließen dürfen, am zweckmäßigsten. Dazu werden entweder lange, über das Knie reichende Strümpfe getragen, oder ganz kurze zum Anfang der dicken Wade reichende Strümpfe, so daß Knie und obere Wade nackt bleiben. Bei der in den Turnvereinen allein noch bevorzugten langen, bis ans Sprunggelenk reichenden, oder gar — bei Trikothosen — mit einem Steg unterhalb der Fußsohle befestigten und gespannten Hose wird bei der Beugung des Beins wie bei dem Vorstrecken desselben jedesmal ein Widerstand des sich spannenden Beinkleides zu überwinden sein. Mag dieser Widerstand auch beim einzelnen Laufschritt, beim einmaligen Ausholen mit dem Ruder auf dem Gleitsitz, beim Knieheben des Radfahrers ein geringer sein: für die ganze Menge der Einzelbewegungen beim Zurücklegen einer Strecke summieren sich diese kleinen Widerstände bei jeder Beugung derart, daß die gesamte Geschwindigkeit der Fortbewegung eine Herabsetzung erfährt. Die Ausbreitung der Spiel- und Sportvereinigungen hat bewirkt, daß diese bequeme Tracht bei den Übungen und bei den Wettspielen, Wettkämpfen und Rennen Anstoß kaum mehr erregt. Turn- und Sportkleidung.

Was die Bekleidungsfrage bei Übungen wie Turnen, Radfahren und Spielen für das weibliche Geschlecht betrifft, so sind steife Korsetts, wie früher ausgeführt, hier ebenso zu verwerfen, als der einpressende Druck einer Reihe von Unterröcken, die über den Hüften fest umgeschnürt sind. Andererseits wäre es falsch, wenn Mädchen, die an das Tragen von Korsetts nun einmal gewöhnt sind, gerade beim Radfahren die Stütze und den Halt, welchen das Korsett dem Rückgrat mit Entlastung der Rückenmuskeln verleiht, entbehren sollten. Hier ist im Gegenteil ein aus durchlässigem Stoff gefertigtes Gesundheitskorsett anzuraten, wenn man Übermüdung der Rückenmuskeln mit nachfolgenden Kreuz- und Rückenschmerzen vermeiden will. Hohe Strümpfe und lange Beinkleider machen die vielen Unterröcke entbehrlich. Das Oberkleid besteht zweckmäßig aus loser Bluse und fußfreiem Rock von Wollenstoff. Die bei Radfahrerinnen hier und da eingeführte, bis unter das Knie reichende weite und faltige Pumphose, oder gar enger anliegendes Beinkleid ohne langen Überrock ist bei schlank gewachsenen Mädchen noch einigermaßen leidlich, wirkt aber abstoßend und unweiblich bei gedrungener und breithüftiger Figur. — Es würde zu weit führen, auf diese Frage hier näher einzugehen, zumal noch immer neue Lösungen derselben versucht werden. — Frauenkleidung bei Leibesübungen.

Was die zweckmäßigste Kleidung bei Wander- und Bergfahrten, bei größeren Radausflügen usw. betrifft, so empfiehlt sich hier am meisten eine aus poröser Leinwand oder Baumwolle gefertigte Unterkleidung, z. B. Netzjacke aus Flachsfaser, darüber Hemd aus durchlässiger Leinwand, Shirting, Reformbaumwolle oder Flanell. Die Oberkleidung besteht am besten aus gewebtem oder gestricktem Woll- Kleidung bei Dauerleistungen.

stoff. Auch Futter und Taschen sind aus leichtem Wollstoff am zweckmäßigsten. Sehr beliebt, namentlich zum schützenden Überwurf gegen Wind und Wetter, sind hier die Lodenstoffe geworden. — Bezüglich der Kopfbedeckung wäre es wünschenswert, wenn das ekelhafte Schweißleder endlich aus den Hüten verschwände. Den Wanderern ist an Stelle derselben ein weicher Woll- oder Flanellstreifen unbedingt zu empfehlen.

Über die zweckmäßigste Fußbekleidung ist schon früher das Nötige gesagt.

Erkältung und Abhärtung.

§ 166. Erkältung und Abhärtung.

Nichts ist allgemein geläufiger worden, als alle möglichen leichteren und schwereren Erkrankungen auf eine „Erkältung“ als Ursache zurückzuführen. Mit unfehlbarer Sicherheit weiß der Erkrankte oft, daß er an dem und dem Tage um so und so viel Uhr da oder dort im Zug gestanden, nachdem er vorher stark geschwitzt habe usw. So wenig es zu leugnen ist, daß rheumatische Schmerzen in Muskeln und Gelenken, und daß Katarrhe bestimmter Schleimhäute (Nase, Hals, Darm) durch plötzlichen starken Temperaturwechsel und damit verbundenen starken Wärmeverlust auf einem Teile unserer Haut entstehen können, so sicher ist es, daß die Erkältungsfurcht die schlimmste Wurzel der Erkältungskrankheiten bildet, indem sie die Veranlagung zu Erkältungskrankheiten erst heranzieht. Die weitverbreitete Luftscheu, die Furcht vor jedem kühleren Luftzug, das Übermaß an erwärmender dicker Kleidung, der Gebrauch von dicken Federbetten, warm geheizte Schlafzimmer und was alles sonst noch geschieht, um unsere Haut so recht zu verweichlichen, ihrer natürlichen Fähigkeit der Wärmeregulierung zu berauben und gegen jeden Temperaturwechsel und jeden Luftzug empfindlich zu machen, schafft uns erst recht bei der harmlosesten Gelegenheit Schnupfen, Husten und rheumatisches Ziehen. Im bayrischen Gebirge sagen die Bauern: „er hat sich überhitzt“ — genau da, wo für uns eine Erkältung außer Zweifel zu stehen scheint. Wer weiß, ob es für die Gesundheit und Frische in manchen Volksschichten nicht besser wäre, wenn man statt der Furcht vor Erkältung anfinge, sich vor Überhitzung zu fürchten.

Man steige in kühlerer Jahreszeit in einen gefüllten Eisenbahnabteil, dessen Insassen schon seit Stunden dort sitzen. Welche pestilenzialische Luft findet man da oft vor! Und welch wütender Einspruch, wenn man auch nur ein wenig das Fenster öffnen will, um diese Stickluft einigermaßen aufzufrischen! — Die Luft in Wirtsstuben, in der der Deutsche so viele Stunden zubringt, mag noch so durchqualmt und stickig sein — wehe dem, der einen Fensterflügel aufreißen will, seine Atemorgane vor solcher Schmutzluft zu bewahren!

Und doch wissen wir, daß Leute, welche zu jeder Jahreszeit in Sturm und Wetter ihren Beruf ausüben, daß zahlreiche Arbeiter und Beamte, die tagtäglich sich schroff wechselnder Temperatur und scharfer Zugluft aussetzen müssen, dies ohne Schaden für ihre Gesundheit thun, ja von Erkältungskrankheiten mehr verschont sind als der stets für behagliche Wärme am Körper besorgte und jeden Luftzug ängstlich meidende Stubenarbeiter.

Es ist also möglich, sich so zu erziehen, daß die Haut gelegentliche Abkühlung durch starken Temperaturwechsel ganz gut ertragen kann, und daß all die Schrecken der Zugluft, der schnellen Abkühlung nach Erhitzung usw. zu leeren Gespenstern werden.

Abhärtung. Solche Abhärtung und Wetterfestigkeit ist zweifellos auch ein wertvolles Ziel rechter Leibeserziehung. Zu einer harmonischen Körpererziehung gehört auch die Erziehung der Hautthätigkeit. Und da muß immer wieder darauf hingewiesen werden,

daß Leibesübung im Freien, in rechter Form zu allen Jahreszeiten betrieben, ganz besonders den Körper zur Ertragung von Hitze und Kälte, von Wind und Wetter stählt. Für eine Jugend, welche den Hauptteil ihrer Tageszeit im Schulzimmer oder im häuslichen Arbeitszimmer zuzubringen hat, für den Handwerker, den Arbeiter, den Schreiber, den Kaufmann, die ihren Beruf von Morgen bis Abend im geschlossenen Raum ausüben müssen, sind körperliche Übungen ebenfalls und ausschließlich im geschlossenen Raum der Turnhalle nicht die richtige Art gesundheitlicher Leibesübung. Sie muß sich unbedingt mit entsprechender, d. h. reichlicher Bewegung im Freien ergänzen.

Insofern ist die ungeheure Zunahme des Radfahrens in jüngster Zeit, ist der Aufschwung des Eislaufs in Deutschland bedeutungsvoll für die allgemeine Gesundheitspflege, als dadurch der Freude an Bewegung im Freien auch bei ungünstigerer Witterung und in Winterkälte in weiten Schichten der Bevölkerung, namentlich der Jugend, Vorschub geleistet und das Bedürfnis nach frischer reiner Atemluft vermehrt worden ist.

Indes zur rechten Hautpflege und damit zur Bekämpfung der Erkältungsanlage und Erkältungsfurcht gehört noch mehr. Es gehört dazu hinlänglich warme, den Jahreszeiten angepaßte, aber nie zu warme, den Hals frei lassende und damit die wichtigen Halsorgane abhärtende Kleidung, stete Sorge für gut gelüftete und mäßig warme aber nie überheizte Wohnräume. Außerordentlich verweichlichen geheizte Schlafzimmer, sowie Häuser mit Zentralheizung, wo auch sämtliche Flur- und Treppenräume gleichmäßig erwärmt sind. Ein Drittel unserer Lebenszeit bringen wir im Schlafraum zu — und ob man dort verdorbene überwarme Luft einatmet, oder stets frisch erneuerte, das macht für das körperliche Wohlsein viel aus. Es ist ein leichtes, durch ein geöffnetes Oberlicht, oder einen halb offenen Fensterflügel die Nacht hindurch für stete Erneuerung der Schlafstubenluft zu sorgen — auch im Winter. Wer die Wohlthat davon empfunden, scheut das überwärmte fast vor jedem Luftzug verschlossene und verhängte Schlafgemach. Von „Erkältung" ist, wenn man genügend warm zugedeckt ist, keine Rede.

Es gehört vor allem aber zur Abhärtung eine regelmäßige Hautpflege durch kühle Bäder.

§ 167. Hautpflege durch Bäder.

Hautpflege durch Bäder.

Von den Ausscheidungen der Haut dünsten die gasförmigen durch die Kleidung ab; das Wasser des Schweißes wird von den Kleidern aufgesaugt. Dagegen bleiben auf der Haut zurück nach Verdunstung des Schweißes dessen feste Bestandteile, also Salze und Fette; ebenso Hauttalg. Dazu kommen die abgestoßenen Schüppchen der Oberhaut. So setzt sich durch die Hautthätigkeit allein schon stets eine Schicht von Fett, Salz und verhornten Schüppchen auf der Oberhaut an, verstopft die Poren der Haut, d. h. die Ausführungsgänge der Schweiß- und Talgdrüsen, und beeinträchtigt die so wichtige Absonderungsthätigkeit der Haut. Dies namentlich, wenn jener fettige Hautüberzug noch eine Beimischung von Schmutz und Staub von außen erfährt. Daß zur Erhaltung einer ungehemmten gesunden Hautthätigkeit eine häufigere Entfernung dieses Hautüberzugs und zwar mittels warmer Bäder erfolgen muß, ist ein allererstes Erfordernis der Gesundheitspflege wie der Reinlichkeit. Wie weit wir darin im deutschen Volke zurück waren und noch sind, ist bekannt genug. Die in den letzten 15 Jahren besonders rege gewordene Bewegung zur Schaffung billiger Volksbäder, ferner von Badegelegenheiten in den Kasernen, in den Volksschulen und in den Fabriken, zeugt davon, wie groß das Bedürfnis war und wie lebhaft mit Recht

Warme Reinigungsbäder

die Notwendigkeit zur Schaffung ausreichender Badegelegenheiten empfunden wird. Zu der üblichsten Form solcher Reinigungsbäder, dem warmen Wannenbad, ist neuerdings hinzugekommen das Brause- oder Duschebad. Dasselbe ist besonders billig zu beschaffen und zu unterhalten, unbedingt sauber und mit geringstem Zeitverlust zu benutzen.

Überwarme Vollbäder (von Körperwärme $= 28^0$ R. und darüber) wirken bei langer Dauer erschlaffend auf das Nervensystem, stimmen die Körperthätigkeiten herab und verweichlichen die Haut.

Wirkungen der kalten Bäder.

Ganz anders bei kühlen und kalten Bädern, bei denen der Gesichtspunkt der bloßen Reinigung zurücktritt gegenüber dem sonstigen tiefgreifenden Einfluß auf den Körper und seine Verrichtungen.

Ganz allgemein bestehen die Einwirkungen des kalten Bades in folgendem: Die plötzliche Abkühlung der Haut — daß Wasser als guter Wärmeleiter weit mehr und schneller Wärme entzieht als gleich warme oder gleich kalte Luft ist oben bereits erwähnt — ruft eine starke Zusammenziehung der kleinen glatten Hautmuskeln, namentlich der Hautblutgefäße hervor, dem kurz nach dem Bade eine entsprechende Erschlaffung derselben organischen Muskeln, und damit eine starke Blutfülle der Haut mit dem Gefühl angenehmer Erwärmung folgt. Namentlich ausgesprochen ist dieses Rotwerden der Haut nach dem kalten Seebad, sowie dem Flußbad in stark fließendem Strome. — Es braucht hier nur daran erinnert zu werden, daß bei erstarrten Gliedern Reiben mit Schnee warmen belebenden Blutstrom erzeugt, daß Abreiben mit kaltem Wasser das beste Mittel gegen kalte Füße u. dergl. Kalte Bäder stellen also geradezu eine Übung der Hautmuskeln und der Hautblutgefäße dar, ein „Turnen der Hautmuskeln", wie es der Physiologe Du Bois-Reymond nannte. Die Haut wird so befähigter, plötzliche Wärmeentziehungen zu ertragen, d. h. sie wird abgehärtet. Die Kräftigung der kleinen Hautmuskeln giebt ferner der gesamten Hautdecke eine größere Festigkeit und schwellendes Leben. Festes Fleisch der Körperoberfläche verrät gesunde Abhärtung, schlaffes und welkes Fleisch ist ein Zeichen von Verweichlichung. Ersteres wahrt den Schein jugendlicher Frische, letzteres, leicht faltig und runzlig werdend, macht vorzeitig alt.

Die plötzliche Zusammenziehung der Blutgefäße der gesamten Hautoberfläche beim kalten Bade bewirkt weiterhin eine starke Steigerung des Blutdrucks, so daß das Herz zu kräftigsten Zusammenziehungen vermocht wird, sowie eine Vertiefung und Beschleunigung der Atmung. Kalte Bäder dienen also auch zur Übung und Kräftigung des Herzens.

Dazu kommt der Reiz der plötzlichen Abkühlung auf die gesamten Empfindungsnerven der Haut. Dieser Nervenreiz weckt die Empfindung wohlthuender Erfrischung und Kräftigung, und weckt nach dem Bade Arbeitslust und Bewegungsfreude.

Die Summe all dieser Vorgänge: Wärmeverlust, Steigerung der Herzarbeit, Vertiefung der Atmung, Anregung der Nerventhätigkeit, gestaltet den Stoffwechsel im Körper zu einem lebhafteren. Demgemäß steigt auch das Bedürfnis der Nahrungsaufnahme, der Appetit.

Die Gesamtwirkungen der kalten Bäder lassen sich also in die Worte: Abhärtung und Erfrischung zusammenfassen.

Inwieweit diese Vorteile dem Einzelnen zu gute kommen, hängt von dem Stand seiner Gesundheit und seiner Körperbeschaffenheit, dann aber auch von der Form des kalten Bades und vom rechten Gebrauch desselben ab.

Arten des kalten Bades.

Für gewöhnlich bezeichnet man Bäder von $9—16^0$ R. als kalt; solche von $16—20^0$ als kühl, solche von $20—26^0$ als lau, und endlich Bäder von $26—32^0$

als warm. Indes sind die Wärmegrade des Wassers durchaus nicht allein für die Badewirkung maßgebend.

Was zunächst die Dauer des Bades betrifft, so folgt bei kaltem Bade, wenn es zu lange ausgedehnt war, statt der wohlthuenden Erwärmung der Haut lange Kälteempfindung, Froststarre und Steifigkeit. Das Herz arbeitet ungenügend und vermag in die zusammengezogenen Hautblutgefäße kein Schlagaderblut zu pressen: infolgedessen bleibt die Haut blaß, die Lippen sind bläulich gefärbt — ein Zeichen ungenügender Zufuhr sauerstoffhaltigen Blutes. Das Maß des Zuträglichen ist auch hier je nach Übung und Gewöhnung sehr verschieden. Im allgemeinen gilt der Grundsatz: Je kälter das Bad, um so kürzer währe es. Badedauer.

Hinsichtlich der Zusammensetzung des Badewassers ist zu bemerken, daß die Kälte weniger empfunden wird, wenn das Badewasser reizende Stoffe für die Haut, z. B. Salze, enthält. Kalte Seebäder — unsere Nordsee hat im Hochsommer durchschnittlich 12—14° R. — werden daher selbst von empfindlicheren Personen gut ertragen, weit besser als gleich kühle Süßwasserbäder, namentlich aber als Flußbäder. Seebad.

Wesentlich sind lebhafte Körperbewegungen im Bade, welche wärmeerzeugend wirken. Daher kalte Bäder von einem Schwimmer weit besser ertragen werden, als vom Nichtschwimmer, den bald die Frostempfindung übermannt. Schwimmen.

Ähnlich wie lebhafte Eigenbewegung wirkt die auf den Körper übertragene Bewegung mechanisch ein. So der Wellenschlag im Seebad mit seinem starken Anprall gegen den Körper; ferner der aufschlagende und die Haut walkende Wasserstrom im Wellen- oder Sturzbad; das Gegenklatschen nasser Tücher und das Abreiben mit solchen bei kalter Einwicklung.

Betreffs des Duschebads sei kurz bemerkt, daß die Vorzüge des warmen Dusche- oder Brausebads als Reinigungsbad außer Zweifel stehen, nicht so die Vorzüge der kalten Dusche. Die punktförmige Einwirkung der Kälte durch die Strahlen der Dusche wirken weit reizender auf die Nerven der Haut als die flächenförmige Kältewirkung beim Vollbad oder beim Einschlagen oder Anklatschen mit großen nassen Tüchern. Reizbare Nerven werden dadurch nur noch überreizt, Unruhe und Schlaflosigkeit gesteigert. Dazu kommt, daß der Blutdruck bei der kalten Brause noch plötzlicher ansteigt als im kalten Vollbad. Nervösen Personen, sowie solchen, deren Kreislauforgane, Herz und Blutgefäße, erkrankt oder geschwächt sind, ist daher vom Gebrauch der kalten Dusche entschieden abzuraten. Dusche.

Weit bekömmlicher, überall und jederzeit anwendbar ist dagegen die naßkalte Abreibung des ganzen Körpers. Dieselbe empfiehlt sich namentlich des Morgens unmittelbar nach dem Aufstehen aus der Bettwärme vorzunehmen. Solche kalte Abreibung des Körpers, die auch durch eine mäßig abgekühlte Brause ersetzt werden kann, empfiehlt sich weiterhin nach stärkeren Leibesübungen (in Deutschland sind erst vereinzelt Vereinsturnhallen mit einem kleinen Brausebad verbunden, während in den größeren Turnhallen Nordamerikas z. B. eine Badeeinrichtung nie fehlt), nach größeren Rad- und Ruderfahrten, nach einem Fußmarsch. Nach einer solchen Erfrischung des Körpers lege man dann an Stelle der durchgeschwitzten trockene Unterkleidung an. Kalte Abreibung.

VI.

Verdauungsorgane und Ernährung.

Kraftquellen des Körpers.

§ 168. Die Kraftquellen unseres Körpers.

In allen Naturreligionen nimmt der zur Persönlichkeit erhobene Träger des Himmelslichtes, d. h. die Sonne, die vornehmste Stelle ein. Und das mit Recht. Denn die lebendige Kraft der Sonnenwärme ist der Urquell aller Kräfte, welche sich in den Lebewesen unserer Erde äußern. Unter dem Einfluß der Sonnenstrahlen baut die Pflanze aus einfachen, der Luft und dem Boden entnommenen Stoffen, wie Kohlensäure, Wasser, Ammoniak und Stickstoff, Stoffe von verwickelterer chemischer Zusammensetzung auf, und zwar mit Ausscheidung von Sauerstoff. Dabei wird die lebendige Kraft der Sonnenwärme umgesetzt in chemische Spannkraft. Die so gebildeten, an aufgespeicherter Spannkraft reichen Verbindungen sind teils stickstoffhaltige, wie die Eiweißkörper, teils stickstofflose, wie die Fette und die Kohlehydrate (zucker- oder stärkemehlhaltige Stoffe).

Verwandlung der lebendigen Kraft der Sonne in chemische Spannkraft bei den Pflanzen.

Eiweiß, Fett und Kohlehydrate, in den menschlichen Körper unmittelbar (pflanzliche Nahrung) oder mittelbar (Fleisch pflanzenfressender Tiere) aufgenommen, unterliegen hier dem umgekehrten Prozeß, wie er bei der Pflanze stattgefunden. Nämlich unter Aufnahme von Sauerstoff werden sie verbrannt zu Kohlensäure, Wasser und Harnstoff, welch letzterer, aus dem Körper ausgeschieden, dann noch bald in Kohlensäure und Ammoniak weiter zerfällt. Das sind also dieselben einfachen Stoffe, aus welchen die Pflanze Eiweiß, Fett und Kohlehydrate aufbaute. Während aber die Pflanze bei jenem Aufbau komplizierterer Stoffe aus einfachen die lebendige Wärme in Form chemischer Spannkraft aufspeicherte, werden im Tierkörper bei der Verbrennung dieser Stoffe die der Sonnenwärme entstammenden Spannkräfte wieder frei und umgesetzt in das entsprechende Maß von Wärme und Arbeit.

Umsetzung der chemischen Spannkraft in Arbeit und Wärme.

„Das Licht, die beweglichste aller Kräfte, von der Erde im Fluge erhascht, wird von den Pflanzen in starre Form umgewandelt; denn die Pflanzen auf ihr erzeugen eine fortlaufende Summe chemischer Differenz, bilden ein Reservoir, in welchem die flüchtigen Sonnenstrahlen fixiert und zur Nutznießung geschickt niedergelegt werden.“ (Jul. Robert Mayer, Entdecker des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft, 1845.)

Aufgabe der Verdauung.

§ 169. Aufgabe der Verdauung.

Folgende Stoffe bauen unseren Körper auf: Eiweißstoffe, Fette, Zucker und stärkemehlhaltige Stoffe oder Kohlehydrate. Hierzu kommen noch Wasser und unverbrennliche Aschenbestandteile (Salze und Erden), namentlich Verbindungen von Kalium, Natrium, Calcium mit Phosphorsäure, Schwefelsäure und Chlor.

Alle diese Stoffe sind im Blute enthalten, ebenso wie der Sauerstoff, welcher die Verbrennung des Eiweißes, der Fette und der Kohlehydrate in den Geweben unterhält. Das Blut ist es also, welches nicht nur die verbrauchten Stoffe aus den Geweben abführt, sondern auch stetig neuen Ersatz den Geweben zuführt. Damit es diese Aufgabe erfüllen könne, müssen ihm selber die nötigen Ersatzstoffe in gelöster

Form aus der eingenommenen Nahrung zugehen. Nun sind in unserer Nahrung die eigentlichen Ernährungsstoffe in den verschiedenartigsten Mischungen vorhanden; ihnen sind mehr oder weniger für die Ernährungsvorgänge unwesentliche Stoffe, ja auch solche Stoffe zugesellt, die überhaupt nicht verdaulich sind, und unverändert aus dem Körper wieder ausgeschieden werden, so z. B. die Holzfasern der Pflanzen (Cellulose).

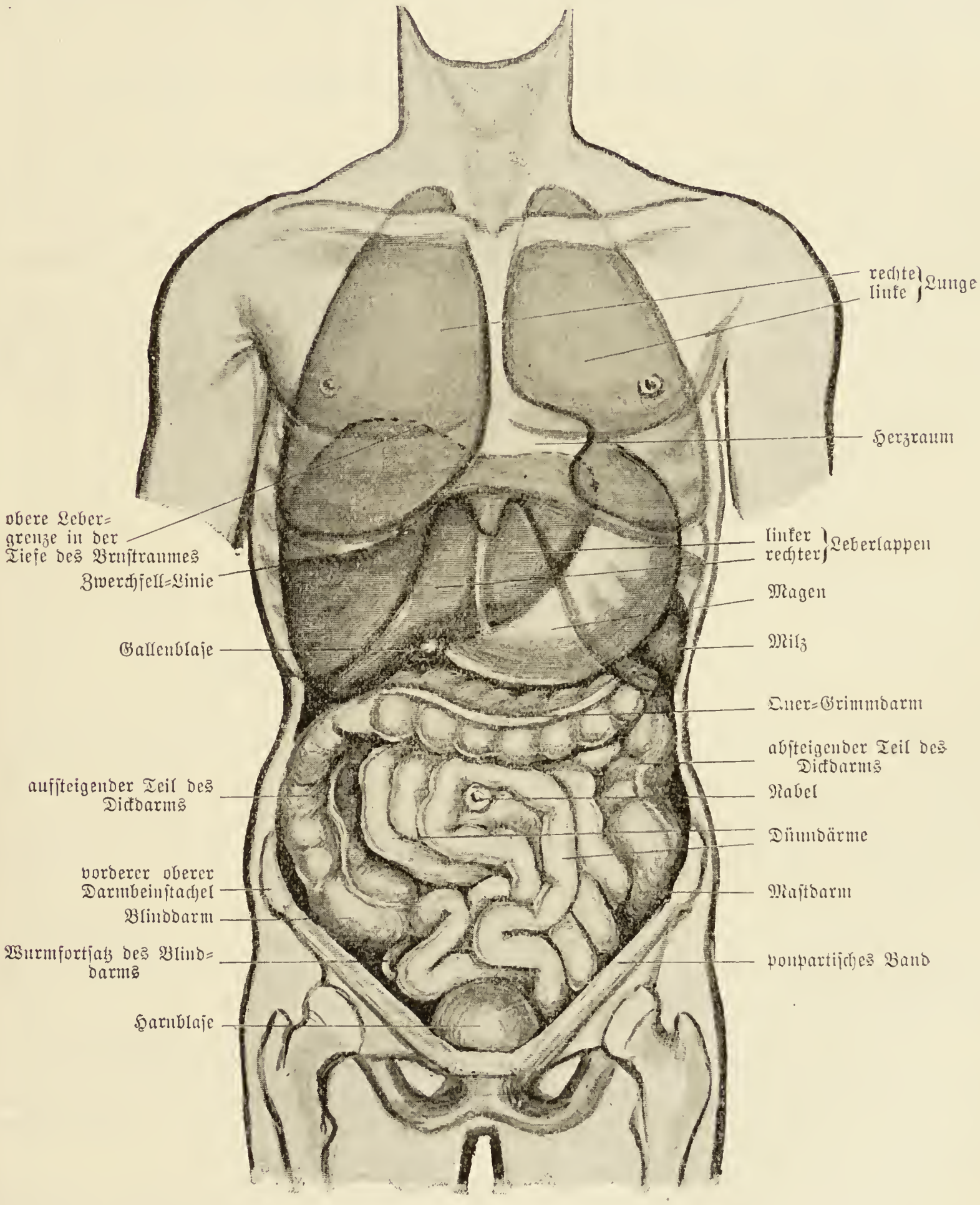


Fig. 310. Übersicht der Lage der Baucheingeweide.

Es ist Aufgabe unserer Verdauungsorgane, die mannigfachen mehr oder weniger vorher zubereiteten Nahrungsmittel mechanisch zu zerkleinern, zu verflüssigen, und unter Einwirkung der Verdauungssäfte chemisch derart umzuwandeln, daß die brauch-

baren Nahrungsstoffe, in Wasser gelöst, als Chylus oder Milchsaft dem kreisenden Blute beigemischt werden können. Es geschieht dies dadurch, daß die verdauten Stoffe aus dem Speisebrei des Darminhalts in die Lymphgefäße der Verdauungsorgane aufgesogen und dann weiter dem Kreislaufsystem zugeführt werden. Als Sammelgefäß für diese Chylus- oder Lymphgefäße der Verdauungsorgane haben wir schon früher den Milchbrustgang kennen gelernt, der in die linke Schlüsselbeinblutader mündet.

Übersicht der Verdauungsorgane.

§ 170. Übersicht der Verdauungsorgane. (Fig. 310).

Die Verdauungsorgane bilden einen vom Mund bis zum After verlaufenden langen Schlauch von verschiedener Weite. Die Wand dieses Schlauches besteht allenthalben aus einer Schicht von Muskelfasern, die zur Fortbewegung des Inhalts dienen, und stellt mithin ein Muskelrohr dar. Die Innenfläche dieses Rohres ist ausgekleidet mit Schleimhaut, die Außenfläche ist vom Magen bis zum Mastdarm überzogen mit dem glatten dünnen Bauchfell.

Die Muskelschicht des Verdauungsrohres besteht am Anfang, wo sie die Mundhöhle, Rachen und den Schlundkopf umgiebt, aus quergestreiften Muskeln, von da abwärts bis zum After nur aus glatten unwillkürlichen Muskeln. Der Schließmuskel des Afters ist dagegen wieder quergestreift und willkürlich.

Die einzelnen Teile des Verdauungsschlauches sind:

1. Die Mundhöhle mit den Speicheldrüsen.
2. Der Schlundkopf und die Speiseröhre.
3. Der Magen.
4. Der Darmkanal.
5. Die Bauchspeicheldrüse und die Leber als drüsige Nebenorgane.

Mundhöhle und Speicheldrüsen.

§ 171. Mundhöhle und Speicheldrüsen.

In der Mundhöhle, deren Bau schon früher kurz beschrieben, wird die feste Nahrung durch die Kaubewegungen des Unterkiefers gegen den Oberkiefer verkleinert, durchtrennt (Beißbewegung in der Richtung von unten nach oben) und zerrieben (seitliche Mahlbewegung des Kiefers). Die so verkleinerte Masse wird vom Mundspeichel durchfeuchtet, zu einem Bissen geformt, und nach dem Schlundkopf hinbewegt.

Speicheldrüsen und Speichel.

Der Mundspeichel entstammt zahlreichen Schleimdrüsen in der die Mundhöhle innen auskleidenden Schleimhaut, sowie den Speicheldrüsen, deren drei Paare ihren abgesonderten Speichel in die Mundhöhle fließen lassen. Die Speicheldrüsen sind: die Ohrspeichel-, die Unterkiefer- und die Unterzungendrüsen.

Die Ohrspeicheldrüse ist vor dem Ohre auf dem Kaumuskel gelegen (s. S. 141); die Unterkieferdrüse liegt jederseits am Winkel des Unterkieferrandes, umgeben von kleinen Lymphdrüsen, welche bei Erkrankungen der Mund- und Rachenorgane sehr leicht anschwellen; die Unterzungendrüse liegt am Boden der Mundhöhle beiderseits hinter der Zungenspitze.

Die Menge des Mundspeichels ist eine wechselnde, sie wird auf 200—1500 g ja bis zu 2000 g in 24 Stunden angegeben. Sie nimmt namentlich zu während des Kauens. Dabei nützt der Mundspeichel der Verdauung dadurch, daß er 1. den im Munde sich formenden Bissen durchfeuchtet, zusammenklebt und schlüpfrig macht, 2. leicht lösliche Stoffe des Bissens auflöst, so daß dieselben auf die Geschmacksnerven des Zungenrückens einwirken und geschmeckt werden können, und daß er 3. das im

Speisebissen enthaltene Stärkemehl in die löslicheren Stoffe Dextrin und Zucker spaltet. Letztere für die Verdauung der stärkemehlhaltigen Stoffe wichtige chemische Thätigkeit vollzieht sich unter dem Einfluß (Fermentwirkung) eines im Mundspeichel enthaltenen besonderen Stoffes, des Ptyalins.

Thätigkeit der Zunge.

Bei dieser Herrichtung des gekauten Bissens leistet auch die Zunge durch ihre Bewegungen wesentliche Dienste, indem sie während des Kauens die nicht genug zerkleinerten Nahrungsstoffe immer wieder zwischen die Kauflächen der Zähne schiebt, indem sie ferner aus den verkleinerten mit Mundspeichel verklebten Massen den eiförmigen Bissen formt, und endlich den Bissen über den Zungenrücken hin zum Schlunde befördert.

§ 172. Schlundkopf und Speiseröhre.

Schlundkopf und Speiseröhre.

Der hinter der Nasen- und Mundhöhle gelegene von der Schädelbasis bis zum Kehlkopf hinabreichende trichterförmige Raum (s. Fig. 297) heißt der Schlundkopf. Der mittlere und Hauptteil desselben ist die Rachenhöhle, die sich nach oben in den Nasenrachenraum fortsetzt. In den Schlundkopf münden von vorn her die Nasenhöhlen, darunter die Mundhöhle und unten der Kehlkopfeingang. Hinter dem Kehlkopf mündet der Schlund in die Speiseröhre.

Schlingbewegung.

Der Schlundkopf wird bei der Schlingbewegung in folgender Weise thätig. Der im Munde gebildete Bissen wird nach Schluß der Mundspalte und Zusammendrücken der Kiefer durch Andrücken der Zunge gegen den harten Gaumen von der Zungenspitze anfangend über den Zungenrücken hin hinter den weichen Gaumen in den Raum des Schlundkopfes befördert. Durch eine unwillkürlich auf dem Wege des Reflexes erfolgende kräftige Zusammenziehung der Muskeln des Schlundes (Schlundschnürer) wird der Bissen oder die zu schluckende Flüssigkeit in die Speiseröhre hinab gefördert. Damit bei diesem Schluckakt der Speisebissen oder die zu verschluckende Flüssigkeit keinen falschen Weg nach der Nase zu, nach der Mundhöhle zurück oder in den Kehlkopf nehme, werden gleichzeitig Nasen- und Mundhöhle durch Zusammenziehung der Gaumenbögen und des Gaumensegels, der Kehlkopf durch den Kehldeckel geschlossen (s. Fig. 299, auf welcher allerdings der hintere Verschluß der Mundhöhle durch die seitlichen vorderen Gaumenbögen nicht dargestellt sein kann).

Dieser in den quergestreiften Muskeln des Rachens und des Schlundes unwillkürlich erfolgende Vorgang beim Schluckakte wird am leichtesten ausgelöst bei einem Bissen von mittlerer Größe. Sehr große oder sehr kleine Bissen werden stets schlechter geschluckt.

Speiseröhre.

Die Bewegung des Bissens setzt sich in der Speiseröhre dadurch fort, daß der Muskelschlauch der Speiseröhre oberhalb des Bissens sich eiförmig zusammenschnürt, und daß dieser einschnürende Ring, die Speiseröhre hinab fortschreitend, den Bissen vor sich her in den Magen treibt (s. Fig. 214).

Die Speiseröhre verläuft, der Wirbelsäule aufliegend, hinter der Luftröhre in den Brustraum und gelangt zum Magen, nachdem sie das Zwerchfell durchbohrt hat.

§ 173. Der Magen. (Fig. 311 und 312.)

Der Magen.

Der Magen ist die größte Erweiterung des Verdauungsschlauches und ist unmittelbar unter dem Zwerchfell gelegen. Er erstreckt sich quer von links nach rechts hin, wobei seine Querachse nach rechts hin sich etwas senkt. Er ist links hin gegen die Milz, rechts hin gegen die Leber gewendet, und liegt in der linken Bauchhälfte mit einem größeren Teil seines Umfanges als in der rechten.

Auf der linken Seite tritt von obenher die Speiseröhre in den Magen ein: diese Stelle heißt der Magenmund. Vom Magenmund an erweitert sich der Magen am stärksten und bildet einen halbkugeligen, nach links gewendeten Blindsack, den Magengrund. Vom Magengrund an verengert sich nach rechts hin der Magen allmählich bis zur Übergangsstelle in das Anfangsstück des Dünndarms, den Zwölffingerdarm. Diese Öffnung des Magens nach dem Darmkanal hin heißt der Pförtner des Magens, und wird von einer starken ringförmig verlaufenden Muskelfaserschicht umkreist. Die obere konkav verlaufende Grenzlinie des Magens zwischen Magenmund und Pförtner heißt die kleine Krümmung, die untere, konvex verlaufende Grenzlinie die große Krümmung. Ist der Magen stark gefüllt, so erleidet er eine Axendrehung derart, daß die große Krümmung nach vorn, die kleine nach hinten sieht.

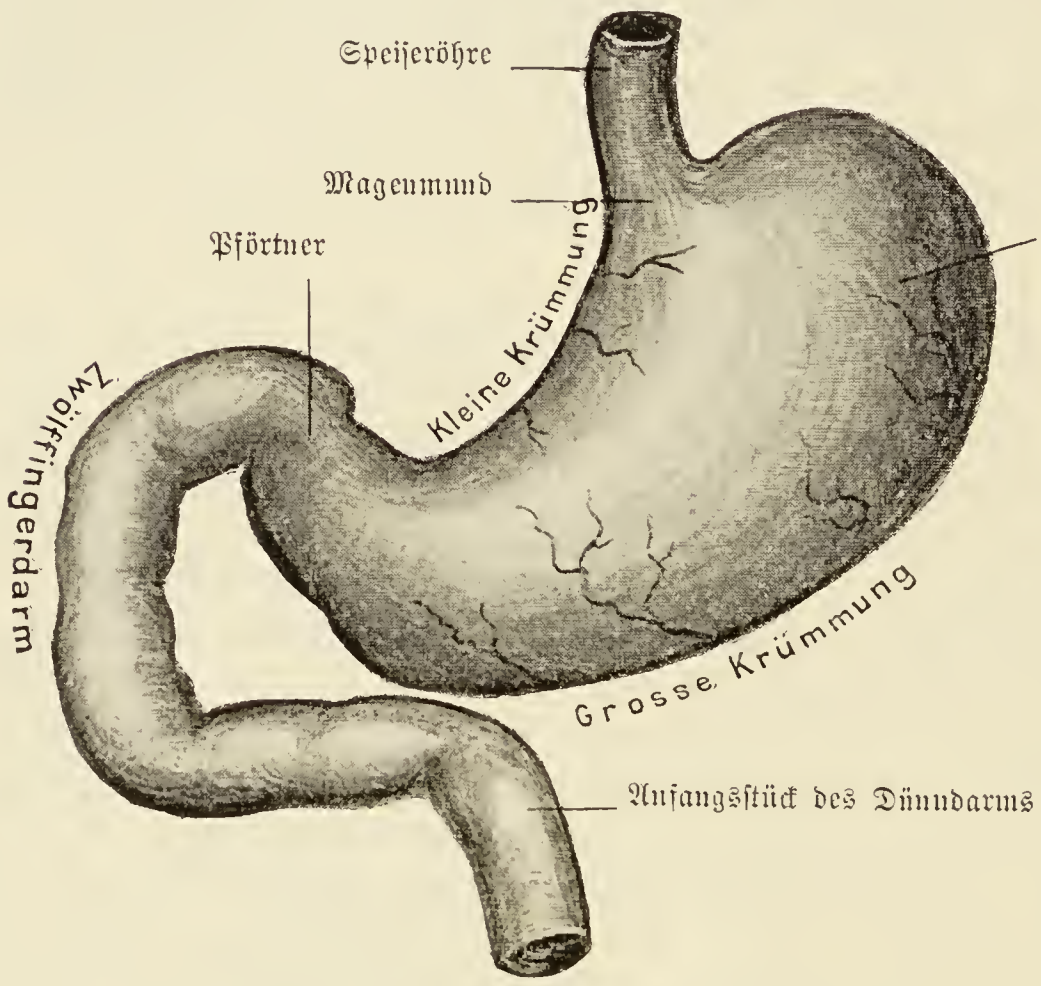


Fig. 311. Magen und Zwölffingerdarm.

Muskeln des Magens.

Mehrere Schichten von Faserzügen glatter Muskeln sind in die Magenwände eingebettet. Diese Muskelzüge verlaufen teils quer oder ringförmig um den Magen, teils in der Längsaxe, teils in schräger oder schiefer Richtung. Der erwähnte Schließmuskel des Pförtners ist besonders stark entwickelt.

Magenbewegungen.

Die Bewegungen, welche die Magenmuskeln ausführen, bezwecken 1. die eingeführten Speisen allseitig mit der Absonderung der Magenwände, dem Magensaft, in Berührung zu bringen. Zu diesem Behufe führen die Magenwände gegeneinander eine kreisförmig reibende Bewegung aus. Dieselbe kann man sich ähnlich der Bewegung vorstellen, welche man mit den Handflächen ausführt, wenn man zwischen denselben eine weiche zähe Masse zu einer Kugel formen will. Bei den körnerfressenden Vögeln werden durch diese Bewegung harte Körnerschalen zerdrückt; man sah, daß selbst verschluckte hohle Glaskugeln zerbrochen wurden. Allerdings zeigt auch ein solcher Vogelmagen eine verhältnismäßig ganz ungeheuer dicke Muskelwand. Während bei weichen, leicht verdaulichen Speisen diese Magenbewegungen nur in leichtem Grade erforderlich sind, werden

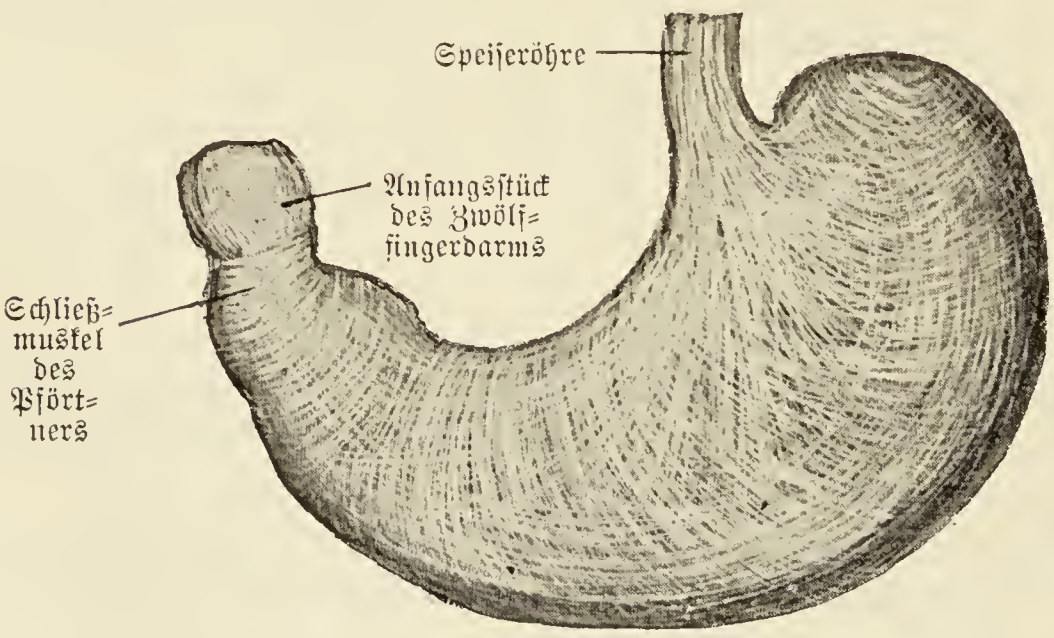


Fig. 312. Verlauf der Hauptmuskelfaserzüge des Magens.

sie um so kräftiger sein müssen, je mehr es sich um härtere, nicht so leicht vom Magensaft durchdringliche Nahrungsmittel (grobes Brot, harte Gemüse und Salate u. dergl.) handelt. Solche Speisen dienen also auf diese Weise zur Übung und Kräftigung der Magenmuskulatur.

2. Die andere Art von Magenbewegungen bezweckt die Fortbewegung des Mageninhaltes in den Darmkanal. Diese Bewegung, schubweise erfolgend, schnürt den Magen fortlaufend vom Magengrund nach dem Pförtner hin ein, dessen Schließmuskel bei jedem Schub erschlafft, um Mageninhalt in den Darmkanal passieren zu lassen. Gewöhnlich hat der Magen bis zur fünften Stunde nach der Aufnahme einer Mahlzeit auf diese Weise seinen Inhalt weiter befördert.

3. Sucht sich der Magen seines Inhaltes zu entledigen, während der Schließmuskel des Pförtners fest zusammengezogen ist, so nimmt der Mageninhalt seinen Weg zurück durch Magenmund, Speiseröhre usw. Gewöhnlich ist es nicht nur die Zusammenziehung der Magenwände allein, welche das Erbrechen veranlaßt, sondern es tritt beim Brechakt die Bauchpresse in kräftiger Weise mit in Thätigkeit. Dies namentlich, wenn der Mageninhalt sehr geringfügig ist, und es starker Anstrengung bedarf, um aus dem erschlafften und entleerten Organ noch kleine Mengen von Flüssigkeit, Speisebrei oder Schleim herauszupressen. Erbrechen.

§ 174. Die Magenschleimhaut und die Magenverdauung.

Die Magenschleimhaut ist außerordentlich blutreich und enthält dichtgedrängt zahlreiche meist schlauchförmige Drüsen, von denen die Labdrüsen, die am dichtesten im Magengrund vorkommen, besonders hervorzuheben sind. Man hat die Zahl derselben auf fünf Millionen beim Erwachsenen bestimmt. (Fig. 313.) Magenschleimhaut.

Die Drüsen der Magenschleimhaut sondern einen klaren farblosen Saft, den Magensaft, ab. Derselbe ist besonders reichlich während der Verdauung vorhanden, während bei ganz leerem Magen kein Magensaft abgesondert wird. Die Menge des abgesonderten Magensaftes hat man auf 500 g in $^1/_2$ Stunde bestimmt, auf 6—6,5 kg in 24 Stunden. Die hervorstechendsten und wirksamsten Bestandteile des Magensaftes sind: 1. Pepsin und 2. freie Salzsäure. Magensaft.

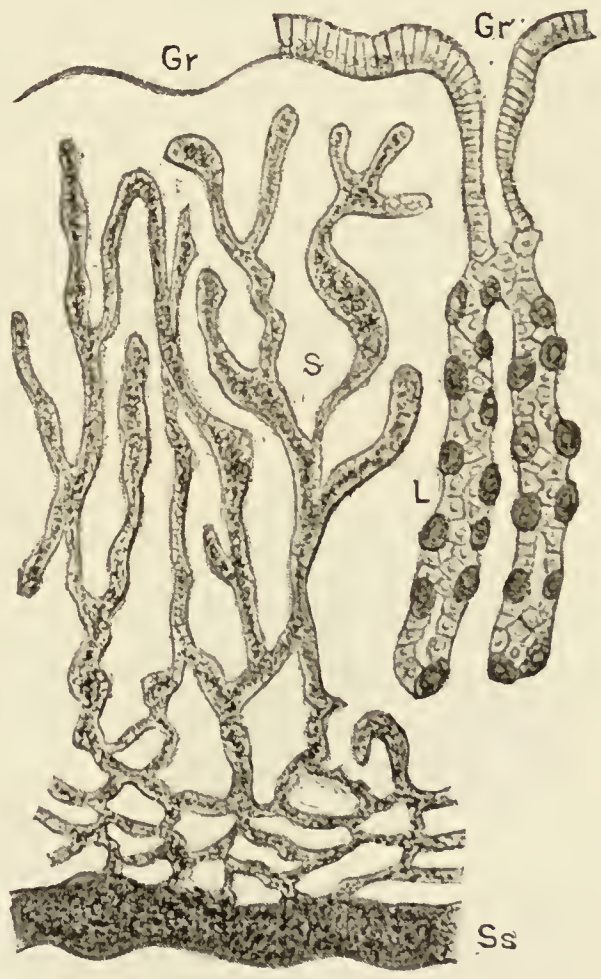


Fig. 313. Querschnitt durch die Magenschleimhaut. — Gr = Grübchen an der Oberfläche der Schleimhaut, L = Labdrüse, S = Saug- oder Lymphgefäße, Ss = Lymphgefäßstämmchen.

Das Pepsin ist bei Anwesenheit von Salzsäure imstande, Eiweiß in Pepton zu verwandeln, d. h. das Eiweiß der Nahrung in eine lösliche Form überzuführen, die ins Blut gelangt und zum Ersatz der verbrauchten Eiweißstoffe des Körpers verwendet werden kann.

Der Magen hat also die Fähigkeit, die Eiweißstoffe der Nahrung, tierische wie pflanzliche, zu verdauen. Jedoch werden die verschiedenen Eiweißstoffe je nach ihrer Form und ihrer Zubereitung verschieden schnell verdaut. Magenverdauung.

Kaum oder gar nicht werden stärkemehlhaltige Stoffe und Fette im Magensaft verändert. Die völlige Verdauung dieser findet also erst im Darmkanal statt.

Darmkanal.

§ 175. Der Darmkanal.

Der am Pförtner des Magens beginnende und am After endende Darmkanal stellt einen Schlauch dar, der beim Erwachsenen etwa fünfmal so lang ist als der Dünndarm. Körper. Der weitaus größte Teil dieser Länge entfällt auf den Dünndarm, der 5,8—6,5 m beim Erwachsenen lang ist. Der Anfangsteil des Dünndarms, etwa 12 Querfinger breit und nach rechts hin hufeisenförmig gebogen, heißt der Zwölffingerdarm. In denselben münden die beiden größten Drüsen des Körpers, die Leber und die Bauchspeicheldrüse, um ihre Absonderungsflüssigkeiten, die Leber mittels des Gallenganges die Galle, die Bauchspeicheldrüse mittels des Bauchspeicheldrüsenganges den Bauchspeichel, in den Darmkanal zu ergießen. Der Dünndarm bildet in seiner ganzen Länge ein zylindrisches Rohr mit einem Durchmesser von 3—4 cm, welches in zahlreichen Windungen die Bauchhöhle ausfüllt und mittels des Gekröses an der Wirbelsäule aufgehangen ist.

Dünndarm.

Zwölffingerdarm.

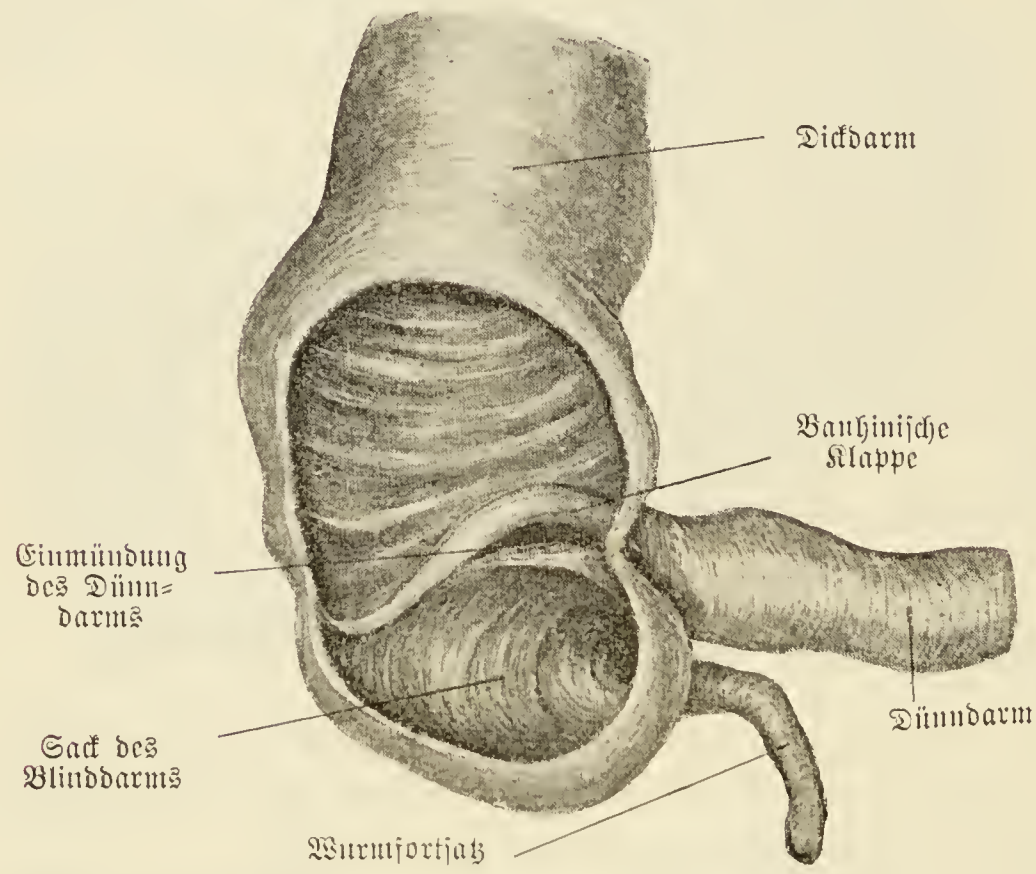


Fig. 314. Übergang des Dünndarms in den Dickdarm.
Die vordere Wand des Blinddarms ist abgetragen, um einen Blick in das Innere zu erhalten.

Dickdarm.

In der rechten Darmbeingrube geht der Dünndarm über in den Dickdarm (s. Fig. 314), in welchen er im rechten Winkel einmündet. An der Übergangsstelle bilden zwei quere Falten der Schleimhaut die Bauhinische Klappe. Das Anfangsstück des Dickdarms bildet eine rundliche Aussackung, den Blinddarm. Am Blinddarm hängt ein kaum kleinfingerdicker wurmförmiger Fortsatz, der Wurmfortsatz. Im Blinddarm fest angehäufte Kotmassen, feste in den Wurmfortsatz gelangte Körper (z. B. verschluckte Kirschen- oder Pflaumenkerne) oder Kotkrümel u. dergl. können gefährliche Erkrankung dieser rechts über der äußern Hälfte des Poupartischen Bandes gelegenen Gegend veranlassen: die Blinddarmentzündung. — Der Dickdarm ist fast doppelt so weit als der Dünndarm. Das Stück zwischen Blinddarm und Mastdarm heißt auch Grimmdarm. Derselbe steigt in der rechten Bauchseite senkrecht empor bis unter die Leber, verläuft dann quer nach links, und wendet sich vom untern Ende der Milz in der linken Bauchseite nach abwärts, um mittels der S-förmigen Krümmung nach hinten zum Kreuzbein zu gelangen und als Mastdarm am After zu enden.

Blinddarm und Wurmfortsatz.

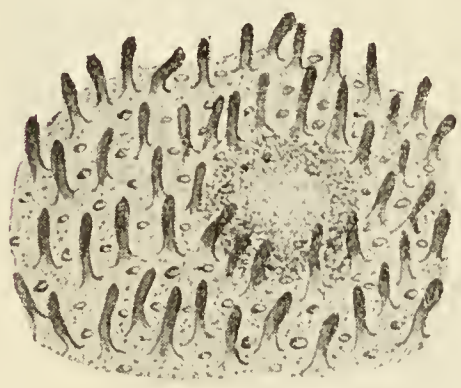


Fig. 315. Ein Stück Dünndarmschleimhaut bei Vergrößerung mit starker Lupe. Zahlreiche Darmzotten, in der Mitte eine Lymphdrüse.

Mastdarm.

Die Schleimhaut (Fig. 315) des Darmkanals ist außerordentlich reich an Drüsen, welche den Darmsaft absondern. Dadurch, daß diese Schleimhaut nicht nur

zahlreiche Querfalten bildet, sondern sich in zahllose feine Zotten erhebt, wird ihre Oberfläche außerordentlich vergrößert.

Die Muskulatur des Darmrohrs wirkt ähnlich fortbewegend auf den Darminhalt, wie die Muskulatur der Speiseröhre.

§ 176. Leber und Bauchspeicheldrüse.

Leber. Die Leber ist das größe und schwerste der Baucheingeweide; sie liegt dicht unter dem Zwerchfell im rechten Unterrippenraum mit dem rechten, größeren Leberlappen, während der kleinere Leberlappen über die Mittellinie des Körpers hinaus nach links reicht. Die Leber ist fest, von bräunlicher Farbe, und beim Erwachsenen im Mittel 1,6 kg schwer. Der obere und hintere Rand der Leber ist dick und stumpf, der vordere, unter dem rechten Rippenbogen sowie unterhalb des Schwertfortsatzes bis zum Anfang des linken Rippenbogens hin hervorkommend, ist dünn und scharf. Auf der unteren Fläche der Leber treten die zu- und abführenden Blutgefäße der Leber ein und aus; hier liegt ferner die Gallenblase, deren Ausführungsgang sich mit dem direkt aus der Leber kommenden Lebergang zum Gallengang vereint, um in den Zwölffingerdarm zu münden und in diesen die Galle zu ergießen.

Gallenblase und Gallengang.

Galle. Die Galle ist eine braungrüngefärbte Flüssigkeit von stark bitterem Geschmack. Unter ihren Bestandteilen sind die Gallensäuren und die Gallenfarbstoffe die hervorstechendsten. Die Gallenfarbstoffe geben den Kotausscheidungen ihre bezeichnende braune Farbe. Ist — z. B. durch Verstopfung des Gallenganges — der Abfluß der Galle in den Darm verhindert, so tritt Gallenfarbstoff rückwärts ins Blut über; die Haut, die Bindehaut des Auges usw. färbt sich stark gelb, der Harn wird dunkelbraun, sein Schaum ist zitronengelb, während der Kot ganz hell, weißlich, hart und fettreich wird. Dieser Zustand wird Gelbsucht genannt. — Die Menge der täglich abgesonderten Galle schätzt man im Mittel auf 500 g.

Bauchspeicheldrüse. Die Bauchspeicheldrüse, von länglicher Form, ist in querer Richtung hinter dem Magen gelagert. Ihr Kopf ist von der hufeisenförmigen Windung des Zwölffingerdarms umgeben. Der Ausführungsgang, welcher den farblosen Bauchspeichel (die tägliche Menge desselben wird auf 200—350 g geschätzt) dem Darmkanal zuführt, mündet im Zwölffingerdarm dicht neben der Mündung des Gallenganges.

§ 177. Darmverdauung.

Darmverdauung. Für die weitere Verdauung des aus dem Magen in den Darm fortbewegten Speisebreis innerhalb des Dünndarms kommen als wesentlich in Betracht: 1. der Bauchspeichel, 2. die Galle und 3. in geringerem Maße der von den Darmdrüsen abgesonderte Darmsaft.

Bauchspeichel. Der Bauchspeichel besitzt zunächst, und zwar in viel höherem Grade als der Mundspeichel, die Fähigkeit, Stärke in Dextrin und Zucker umzuwandeln und löslich zu machen. Des ferneren vermag der Bauchspeichel, Eiweißstoffe in Peptone zu verwandeln, gleichwie der Magensaft, und endlich führt er Fettstoffe der Nahrung in feinste Verteilung über (Emulsion) und spaltet dieselben in Glyzerin und Fettsäuren.

Galle. Die Galle hat gleichfalls die Fähigkeit, feinste Verteilung der Fette des Speisebreis zu bewirken, so daß diese leichter die auffangenden Lymphwege des Darms durchpassieren können; sie regt die Darmmuskulatur zur Thätigkeit, d. h. zur Fortschaffung der unverdauten Massen an, und macht letztere weich und schlüpfrig; endlich

schränkt die Galle die faulige Zersetzung des Speisebreis im Darm ein. Die in den Darm ergossene Gallenflüssigkeit wird zum Teil mit dem Kot ausgeschieden, der ja durch die Gallenbeimengung seine Färbung erhält; ein Teil, wozu namentlich die Gallensäuren gehören, wird im Dünndarm wieder aufgesogen.

Darmsaft. Dem eigentlichen Darmsaft kommt neben dem Bauchspeichel und der Galle ebenfalls eine verdauende Wirkung, namentlich auf Eiweiß und stärkemehlhaltige Stoffe zu. —

Im Dickdarm sind Absonderung und Verdauung nur noch in geringfügigem Grade vorhanden, um so stärker ist die aufsaugende Thätigkeit. Erst im unteren Abschnitt des Dickdarms werden die Auswurfstoffe, d. h. der Kot, fester und geformt. Die Masse des entleerten Kotes beträgt im Durchschnitt 170 g in 24 Stunden, kann jedoch bei reichlicher Aufnahme namentlich schwer verdaulicher Nahrung bis auf 500 g täglich anwachsen. Fleisch- und Eiweißnahrung giebt die wenigsten, Pflanzenkost die meisten festen Rückstände.

Aufsaugende Thätigkeit der Verdauungsorgane.

§ 178. Aufsaugende Thätigkeit der Verdauungsorgane.

Wie die Schleimhaut der Verdauungsorgane allenthalben verdauende Säfte absondert und dem durchtretenden flüssigen Speisebrei beimischt, so ist sie auch ausgerüstet, die verdauten Substanzen aus dem Speisebrei aufzusaugen.

Diese Aufsaugung geschieht durch die Haargefäße und die Lymph- oder Chylusgefäße der Schleimhaut. — Im Magen können Salz- und Zuckerlösungen, Alkohollösungen sowie Gifte und Arzneistoffe zur Aufsaugung gelangen.

Fig. 316. Eine Dünndarmzotte, in der Mitte der Lymphgang, von glatten Muskelfasern umgeben.

Am bedeutendsten ist indeß die Aufsaugung in den Zotten des Dünndarms (s. Fig. 316). Jede dieser Zotten besitzt in ihrer Axe einen Lymphraum, der sich durch die bedeckende Zellschicht der Zotte hindurch vollsaugt mit gelösten Eiweißstoffen (Peptone), gelösten Kohlehydraten und in Lösung befindlichen verseiften Fetten. Indeß dringen auch kleine Körnchen, und zwar fein verteilte kleine Fettkörnchen — die Hauptmasse des in Form neutraler Fette und Fettsäuren gebrachten Fettes der Nahrung — in die Zotten ein. Diese kleinen feinst verteilten Fettkörnchen geben dem Chylus oder dem Milchsaft die weißliche Färbung. Der Inhalt der kleinen Lymphgefäße der Darmzotten wird weiter fortbewegt in die Lymphgefäße der Darmwand dadurch, daß die Zotte durch die Thätigkeit ihrer organischen Muskelfasern sich zusammenzieht. Zu den größeren Lymphröhrchen, und schließlich zum Milchbrustgang wird der Milchsaft weiter bewegt durch Muskelzusammenziehung der Wände der Lymphröhrchen. Klappen in den Lymphgefäßen — ähnlich den Klappen der Venen oder Blutadern — gestatten dem Inhalt eine Fortbewegung nur nach einer Richtung, nach der Ausmündung in den Blutstrom. Auch die Atembewegungen üben eine ansaugende, und den Lymphstrom im Milchbrustgang fördernde Wirkung bei der Einatmung aus.

Milz.

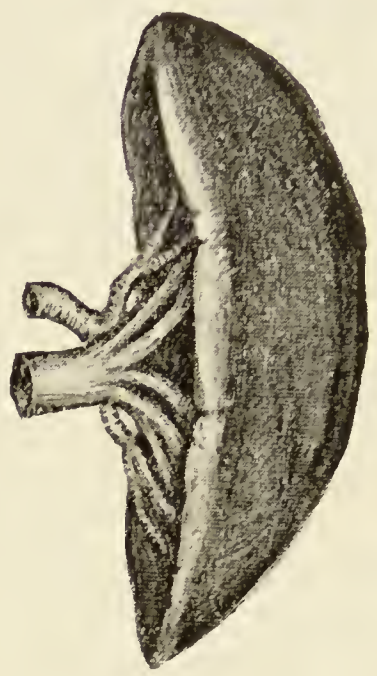
§ 179. Die Milz. (Fig. 317.)

Die Milz ist ein violettrötlicher Körper von glatter ovaler Form, etwa 13 cm lang, 8—10 cm breit und 3—4 cm dick. Ihre Gestalt ist mit der einer Kaffeebohne verglichen worden. Die Milz liegt im linken Unterrippenraum zwischen

Magengrund und Zwerchfell. Der Bau der Milz ähnelt dem Bau der Lymphdrüsen. Was die Thätigkeit der Milz betrifft, so ist dieselbe eine Blutgefäßdrüse, und steht zur Blutbereitung in Beziehung. Es ist aber nicht zweifellos festgestellt, ob in der Milz neben weißen auch, wie dies im Knochenmark der Fall ist, rote Blutkörperchen gebildet, oder ob gar verbrauchte rote Blutkörperchen in der Milz eingeschmolzen werden. Während der Verdauung zeigt sich die Milz stets etwas angeschwollen.

Starke dauernde Schwellung zeigt die Milz bei bestimmten Krankheiten, so bei Sumpffieber (Malaria und Tropenfieber), beim Typhus u. a.

Ob das sogenannte Milzstechen bei heftigem und andauerndem Lauf durch eine plötzliche Blutüberfüllung und Schwellung der Milz verursacht wird, oder ob dieser Schmerz als Muskelschmerz des angestrengten Zwerchfells zu deuten ist, sei dahingestellt. Bekannt ist das Märchen, daß den Läufern morgenländischer Herrscher, welche bei Ausfahrten und Aufzügen vorauszulaufen und große Dauerleistungen auszuführen hatten, die Milz ausgeschnitten worden sei.



Milzstechen.

Fig. 317. Die Milz mit zu- und abführendem Blutgefäß.

§ 180. Grundstoffe der Ernährung.

Grundstoffe der Ernährung.

Die Lebensvorgänge in unserm Körper bedingen einen steten Stoffverbrauch. Die aufgenommene Nahrung ist bestimmt, diesen Verbrauch zu ersetzen.

In der menschlichen Nahrung müssen enthalten sein:

1. Pflanzliche oder tierische Eiweißkörper;
2. Fette oder Kohlenhydrate;
3. Wasser;
4. Salze (zum Ersatz der verbrauchten Blutsalze z. B. Kochsalz; ferner Eisen usw.)

Wird von diesen Nahrungsstoffen dem Körper genau soviel zugeführt, als er verbraucht, so spricht man von einem Gleichgewicht des Stoffwechsels. Zur Zeit des Wachstums ist über die zum Ersatz nötige Menge hinaus noch ein Mehr von Nahrungsstoffen erforderlich zum Aufbau neuer Körpergewebe.

In unsern Geweben können sich aber auch über den Bedarf hinaus Reservestoffe anlagern. Den weitaus überwiegenden Teil dieser Reservestoffe bildet das Fett des Körpers. Dazu kommt das Glykogen in der Leber und den Muskeln, ein zu den Kohlehydraten gehörender Körper, und zirkulierendes Eiweiß. Diese Reservestoffe werden dann in den Stoffwechsel einbezogen und verbrannt, wenn der Bedarf durch die vorhandenen Nahrungsstoffe sich nicht decken läßt. Wären in solchem Falle keine Reservestoffe vorhanden, so müßte die lebende Substanz der Körpergewebe zur Erzeugung von Wärme und lebendiger Kraft umgesetzt und eingeschmolzen werden. Die Reservestoffe bilden somit einen Schutz für die Gewebs- oder Baustoffe des Körpers.

Reservestoffe.

Die Gefühle des Hungers und des Durstes sind ein Regulator für die Ernährung. Denn sie bringen die Notwendigkeit erneuter Nahrung- oder Wasseraufnahme zum Bewußtsein.

Wie groß der Ersatz für den Verbrauch durch den Stoffwechsel sein muß, das läßt sich aus den Ausscheidungen des Körpers, als den Endprodukten des Stoffwechsels, feststellen. Unsere Nahrungsstoffe sind in der Hauptsache zusammengesetzt aus

Zusammensetzung der Nahrungsstoffe.

Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Der Stickstoff ist neben den drei andern genannten Grundstoffen nur in den Eiweißkörpern unserer Nahrung enthalten, während die Fette sowohl als die Kohlehydrate lediglich aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehen.

Von diesen Grundstoffen sind hinsichtlich der umgesetzten Menge am ehesten in den Körperausscheidungen zu bestimmen der Stickstoff und der Kohlenstoff. Der Stickstoff der verbrauchten Eiweißkörper wird fast gänzlich im Harnstoff durch den Harn, der Kohlenstoff durch die Lungen und die Haut in Form von Kohlensäure ausgeschieden. Aus der Menge des ausgeschiedenen Stickstoffs und Kohlenstoffs läßt sich die Menge der im Körper umgesetzten stickstoffhaltigen und stickstofflosen Stoffe berechnen. Sollen Ausgabe und Einnahme sich decken und Gleichgewicht des Stoffwechsels vorhanden sein, so muß die einzuführende Nahrung mindestens so viel Stickstoff und Kohlenstoff enthalten als ausgeschieden sind.

Gleichgewicht des Stoffwechsels.

Dies Gleichgewicht des Stoffwechsels oder die Stoffwechselbilanz bewegt sich für jeden Einzelnen innerhalb gewisser Grenzen, zeigt eine Mindest- und eine Höchstgrenze. Sinkt die Zufuhr unter die Mindestgrenze herab, so erfolgt Abnahme des Körpergewichts. Denn da zum Unterhalt der Lebensvorgänge die Nahrungsmenge nicht genügt, müssen die Bestände des Körpers angegriffen werden. Steigt die Zufuhr zur Höchstgrenze hinan, so findet vermehrter Ansatz, d. h. Gewichtzunahme des Körpers statt. Über die Höchstgrenze der Stoffwechselbilanz hinausgehender Überschuß wird vom Körper nicht mehr aufgenommen, sondern unverdaut als Ballast wieder entleert.

Mit Zunahme des Körpergewichts steigt auch die Stoffwechselbilanz: bei größerem Körpergewicht muß stets ein entsprechendes Mehr von Nahrungsstoffen aufgenommen werden.

Kostmaß.

Die Erfahrung hat gelehrt, daß die beste Mischung der Nahrungsmittel die ist, wo auf einen Teil stickstoffhaltiger Nahrung $3^1/_2$ bis höchstens $4^1/_2$ Teile stickstoffloser Nahrungsstoffe kommen. Das für den Erwachsenen im Mittel nötige tägliche Kostmaß hat man festgestellt (Moleschott; die zahlreichen andern Berechnungen zeigen meist keine erheblichen Abweichungen) auf:

Eiweißstoffe	130 g,
Fett	84 g,
Kohlehydrate	404 g.

Dabei ist eine nur mäßige Tagesarbeit angenommen. Bei schwerer Arbeit steigt der Bedarf an Eiweißstoffen und namentlich auch der an Fett.

So werden angegeben als Kostmaß bei schwer arbeitenden Leuten:

	Eiweiß	Fett	Kohlehydrate
a) Bergleute, Ziegelarbeiter, Bauernknechte:	184 g	185 g	766 g
b) Holzknechte im Gebirge	123 g	285 g	753 g

Bei Berufsarten mit sehr geringer körperlicher Bewegung ist auch das nötige Kostmaß entsprechend geringer; sehr stark fällt dasselbe im höheren Alter.

Da das Kostmaß sich bei größerem oder geringerem Körpergewicht verschieden berechnet, so hat man für den wichtigsten Nahrungsstoff, das Eiweiß, dieses Maß auf die Gewichtseinheit von 1 kg des Körpers in 24 Stunden festgestellt. Und zwar wird als tägliches Umsatz-Kostmaß für den Verbrauch des Eiweißes angegeben:

1,73 g Eiweiß für das Kilo Körper bei schwererer Arbeit,
1,42 g „ „ „ „ „ „ leichterer „ .

Vertretung der Nährstoffe untereinander.

Insoweit das Eiweiß bestimmt ist den Stickstoffbedarf des Körpers zu decken, kann das Kostmaß desselben nicht ohne Verringerung des Eiweißgehaltes des Körpers und nament-

lich Verringerung der Muskulatur herabgesetzt werden. Zur Erzeugung von Fleisch und Muskelsubstanz ist eine tägliche genügende Eiweißzufuhr in der Kost unerläßlich.

Anders verhält sich die Sache hinsichtlich der Verbrennungswärme der Nährstoffe. Hier kann in der That eine Vertretung der verschiedenen Nährstoffe untereinander stattfinden, und zwar derart, daß für eine bestimmte Menge eines Nährstoffes ein anderer Nährstoff eintreten kann, und zwar soviel, daß die chemische Spannkraft oder die Verbrennungswärme die gleiche bleibt. So kann z. B. ein Teil Fett in der Nahrung durch die $2^1/_2$fache Menge von Zucker vertreten werden.

Den größten Heizwert unter den Nährstoffen besitzt das Fett, welches im Verhältnis am reichsten an Kohlenstoff ist.

100 g Fett erzeugen bei Umsatz im Körper die gleiche Verbrennungswärme wie

229 g trockene Stärke,
235 g Rohrzucker,
235 g Muskelfleisch (d. h. die trockene Faser),
243 g Milchzucker,
255 g Traubenzucker,

oder wenn wir den wasserhaltigen natürlichen Zustand zu Grunde legen, wobei zu bemerken ist, daß das Fett den konzentriertesten aller Nahrungsstoffe darstellt, so haben gleichen Heizwert für den Körper:

Fett	100 g,
Rohzucker	235 g,
Brot	336 g,
Fleisch	978 g,
Kuhmilch	1400 g.

In diesem Verhältnis kann zur Kraft- und Wärmeerzeugung Fett durch eine mehrfache Menge von Kohlehydraten oder Eiweißstoffen, und umgekehrt können letztere durch Fett vertreten werden. Es kann sich mithin die oben angegebene Mischung der Nährstoffe zum täglichen Kostmaß zeitweilig ändern, namentlich hinsichtlich der Mengen des Fetts und der Kohlehydrate. Nur soll das Kostmaß nicht eiweißärmer werden.

§ 181. Die Hauptnahrungsstoffe und ihre Zusammensetzung.

Hauptnahrungsstoffe und ihre Zusammensetzung.

Wenn wir die Frage entscheiden sollen, mit welchen der gebräuchlichen Nahrungsstoffe wir am ehesten und besten das oben angegebene Kostmaß erreichen, so ist es nötig, daß wir uns vorher die Zusammensetzung der hauptsächlichsten Nahrungsmittel vor Augen führen.

Wir teilen dieselben ein in tierische und pflanzliche Nahrungsmittel.

Tierische Nahrungsmittel.

Die tierischen Nahrungsmittel bestehen vorwiegend aus Eiweiß, Fett und Wasser, wozu dann noch die als Asche bezeichneten Salze hinzukommen. Kohlehydrate sind in den tierischen Nahrungsmitteln nur enthalten in der Milch (als Milchzucker) sowie in den aus der Milch hergestellten Produkten z. B. im Käse; hier indes in geringfügiger Menge. Bei einzelnen Fleischwaren, wie z. B. der Wurst, sind pflanzliche Kohlehydrate (Mehl) als Bindemittel künstlich beigemischt.

Pflanzliche Nahrungsmittel.

Die pflanzlichen Nahrungsmittel enthalten bald mehr bald weniger Eiweiß, meist sehr geringe Fettmengen (dagegen bestehen die pflanzlichen Öle aus reinem Fett), und vor allem einem hohen Gehalt an Kohlehydraten, sowie an Wasser. Zu den Aschen oder Salzen tritt hier noch hinzu die (unverdauliche) Holzfaser.

Nachstehende Übersicht giebt die Zusammensetzung einer Reihe von Nahrungsmitteln in Prozenten an. Die Ziffern der verschiedenen Untersucher weichen nur

unerheblich voneinander ab. Die hier gegebenen sind der graphischen Darstellung von Prof. König in Münster entnommen.

	Wasser %	Eiweiß %	Fett %	Kohlehydrate %	Asche %	Holzfaser %
I. Tierische Nahrungsmittel.						
Mageres Ochsenfleisch	76,5	21,0	1,5	—	1,0	—
Sehr fettes Ochsenfleisch	55,5	17,0	26,5	—	1,0	—
Mageres Kalbfleisch	78,0	20,0	1,0	—	1,0	—
Fettes Schweinefleisch	47,0	14,5	37,5	—	1,0	—
Sehr fettes Hammelfleisch	48,0	15,0	36,0	—	1,0	—
Wild	75,5	22,5	1,0	—	1,0	—
Schweineschmalz	0,7	0,3	99,0	—	—	—
Schellfisch	81,0	17,0	0,4	—	1,6	—
Häring	46,4	19,0	18,1	—	16,5	—
Hühnerei	74,5	13,5	11,0	—	1,0	—
Kuhmilch	87,5	3,4	3,6	4,8	0,7	—
Butter	14,5	0,6	83,3	0,6	1,0	—
Halbfetter Käse	43,2	27,2	23,7	1,5	4,4	—
II. Pflanzliche Nahrungsmittel.						
Feines Weizenbrot	36,0	7,0	0,5	55,2	1,0	0,3
Roggenbrot	42,0	6,0	0,5	49,5	1,5	0,5
Bohnen (und Erbsen)	14,0	23,0	2,0	53,5	3,3	4,0
Reis	13,0	8,0	1,0	76,5	1,0	0,5
Weizenmehl	13,0	10,0	1,0	75,2	0,5	0,3
Kartoffeln	75,5	2,0	—	20,7	0,8	1,0
Spinat	88,0	2,5	0,5	6,0	2,0	1,0
Mohrrüben	88,0	1,6	—	9,0	1,0	1,0
Salat	94,0	1,5	0,5	2,0	1,0	1,0
Frisches Obst	85,0	0,5	—	10,0	0,5	4,0
Baum- (Oliven-)Öl	1,0	—	99,0	—	—	—

Schon diese Übersicht zeigt, daß der Mensch auf eine Mischung der Nahrungsmittel angewiesen ist, ganz abgesehen davon, daß erfahrungsgemäß möglichste Abwechslung in der Kost nicht nur am bekömmlichsten, sondern auch geradezu ein Bedürfnis ist. Von Milch und Eiern könnte man zwar leben, und das Kostmaß decken — so wenig auch auf die Dauer die Geschmacksorgane dies Einerlei ertragen würden. Zu Kartoffeln und Brot gehört aber eiweißhaltiges Fleisch, zu den Hülsenfrüchten, die fettarm sind, gehört Speck usw.

Ausnutzung der Nahrungsmittel.

§ 182. Ausnutzung der Nahrungsmittel.

Für die Ernährung kommt indeß nicht lediglich die prozentische Zusammensetzung der Nahrungsmittel in Betracht, sondern auch die Verdaulichkeit derselben, d. h. die Ausnutzung. Gut ausgenutzt werden bei richtiger Zubereitung Fleisch, Milch und Eier. Anders liegt schon die Sache bei den pflanzlichen Nahrungsstoffen. Hier ist namentlich das pflanzliche Eiweiß vielfach in Zellhüllen aus Holzstoff eingeschlossen, welche für die Verdauungssäfte undurchdringlich sind. Daher kommt es, daß von dem Pflanzeneiweiß große Mengen — bei einzelnen pflanzlichen Nahrungsmitteln bis zu 40 % und darüber — unverdaut und ungenutzt die Verdauungsorgane passieren. Manche Pflanzennährstoffe, z. B. frisches Brot, unterliegen im Magen- und Darmkanal leicht der Buttersäuregährung, erzeugen dort Gasanhäufung, Leibschneiden und dünne Stühle, mit denen reichlich Nahrungsstoffe unverdaut abgehen.

Folgende Übersicht giebt Rubner über die Ausnutzung einer Reihe von Nahrungsmitteln.

Es werden nicht ausgenutzt:	Von der Trocken-Substanz: %	Von dem darin enthalt. Eiweiß: %	Von den darin enthalt. Kohlehydraten: %
Fleisch	5,3	2,6	—
Eier	5,2	2,6	—
Milch	8,8	7,1	—
Milch und Käse	6,4	3,8	—
Erbsen	9,1	17,5	3,6
Eiweißreiche Maccaroni	5,7	11,2	2,3
Brot aus feinstem Mehl	4,0	20,0	1,1
Brot aus gröberem Mehl	6,7	24,6	2,6
Kleienbrot	12,2	**30,5**	7,4
Mais	6,7	15,5	3,2
Reis	4,1	20,0	0,9
Wirsing	14,9	18,5	15,4
Gelbe Rüben	20,7	**39,0**	18,2
Kartoffeln	9,4	**32,2**	7,6

Sehr gut wurden dagegen ausgenützt die tierischen und die pflanzlichen Fette, namentlich Butter, Schmalz und Olivenöl.

§ 183. Zubereitung der Speisen.

Zubereitung der Speisen.

Für die Ausnutzung der in unsern Speisen enthaltenen Nährstoffe ist die Zubereitung der Speisen von Wichtigkeit. Neben dem Aussehen und der Konsistenz der Speisen kommt es hier vor allem auf eine angenehme Erregung der Geruchs- und Geschmacksnerven an. Viele Speisen erhalten erst durch die Zubereitung, namentlich das Kochen oder Braten, ihren charakteristischen Wohlgeruch. Man denke nur an den Unterschied der in dieser Hinsicht zwischen rohem und gebratenem Fleisch besteht. Namentlich macht sich der Speisedust bemerkbar in den Dämpfen einer warm zubereiteten und aufgetragenen Speise. Das so erweckte Wohlgefühl steigert nicht nur die Eßlust, sondern bewirkt auch durch Nervenerregung eine stärkere Absonderung von Mundspeichel (daher die Redensart, daß beim Anblick und Geruch besonders appetitlicher Dinge einem das Wasser im Munde zusammenläuft), sowie von Magensaft, was eine wesentliche Förderung der Verdauung bedeutet.

Gewürze.

Einen gleichen Einfluß üben neben dem Kochsalz die Würzen der Speisen auf die Geschmacksnerven aus. Allerdings in günstiger Weise nur, wenn die Menge der Gewürze auf ein bestimmtes geringes, durch die Erfahrung festgestelltes Maß beschränkt bleibt. Andernfalls vermag zu starke Zuthat von Gewürzen nicht nur den Geschmack der eigentlichen Speise zu verdecken (daher in Kosthäusern solche Speisen, deren Geschmack nicht mehr zweifelsohne, mit scharfem Gewürz hergerichtet zu werden pflegen!), sondern setzt auch an Stelle der bloßen Anregung der Mund- und Magenschleimhaut heftige Reizung derselben.

Temperatur der Speisen und Getränke.

Die Wärme der Speisen hat — wenn ein gewisser bei 40—45° R liegender Wärmegrad, über den hinaus die Speisen als „heiß" ungenießbar werden, nicht überschritten wird — nicht nur die Hervorbringung eines stärkeren Geruchs oder Duftes für sich. Die Wärme der Speisen hält auch die darin enthaltenen Fette flüssig, und macht damit die Fette genießbarer und schmackhafter. Auch andere Stoffe, wie z. B. Stärkekörper, die sich beim Kochen lösten, aufquollen und weich wurden, werden nach dem Erkalten wieder fester, hart, und büßen an Wohlgeschmack ein.

Die Wärme der eingeführten Speisen wirkt angenehm erregend auf die Empfindungsnerven der Magenwände, und fördert die für die Verdauung wichtige Blutfülle der Magenschleimhaut.

Im Gegensatz dazu ziehen wir für manche Getränke, die wir genießen, eine kühle Temperatur vor. Ein Trunk reinen kalten Wassers wirkt auf die Magenschleimhaut ähnlich angenehm erfrischend, wie eine kalte Dusche auf die Haut. Wenig bekömmlich ist jedoch die vielfach bestehende Sitte, zu Ende einer größeren Mahlzeit nicht nur stark abgekühltes Getränk, sondern sogar Eis zu genießen. Zweifellos wird dadurch die Verdauungsthätigkeit des Magens gestört, und naive Gemüter empfinden dies auch recht unangenehm. Da indes die üblichen Eisspeisen einen hohen Preis haben, und nach der herrschenden Sitte oder Unsitte zu einem vornehmen Mahl die Eisspeise einfach hingehört — so kommt das Maß von Verkehrtheit nicht entsprechend zum Bewußtsein. Dazu kommt, daß solch rascher Wechsel von Wärme und Kälte den Zahnschmelz rissig macht, und das Verderben der Zähne beschleunigt. Indes auch dies macht wenig Eindruck in einem Zeitalter, wo Riesensummen und Haufen Goldes in künstlichen Gebissen und Zahnplomben angelegt werden.

Vegetarianismus.

§ 184. Vegetarianismus.

Mit einem Eifer, der einer neu auftauchenden religiösen Sekte alle Ehre machen würde, wirken kleine Kreise dafür, daß die Menschheit sich des Fleischgenusses enthalte und nur von pflanzlichen Nährstoffen lebe. Zwar wird von der milderen Richtung dieser Lehre der Genuß von Milch, Butter, Käse, ja selbst von Eiern gnädigst gestattet. Die strenge Richtung hält aber auch diese dem Tierreich entstammenden Nahrungsmittel für schädlich — obschon die Natur dem Menschenkind für die erste Lebenszeit die Milch als beste Nahrung angewiesen und in der Mutterbrust zubereitet hat.

Die Gründe, aus welcher wir uns der so nahrstoffreichen, gut ausnutzbaren und meist gut verdaulichen tierischen Nahrungsmittel enthalten sollen, haben keine Überzeugungskraft, so daß die ganze Bewegung eine Anhängerschaft in breiteren Massen nicht finden konnte.

Es ist ja richtig, daß in verdorbenen tierischen Nahrungsmitteln giftige Stoffe sich entwickeln, die gelegentlich zu schwereren Erkrankungen führen können; ebenso können durch tierische Nahrungsmittel krankmachende Parasiten, es sei an den Bandwurm, an die Trichine, an den Tuberkelbazillus usw. erinnert, auf den Menschen übertragen werden. Diese Gefahren bestehen indes nur bei mangelhafter Zubereitung oder beim Genuß roher Fleischware und ungekochter Milch. Sodann aber fehlen Giftstoffe durchaus nicht auch in den pflanzlichen Nahrungsmitteln (z. B. in den Pilzen), und verdorbene pflanzliche Nährstoffe sind ebensogut krankheitserregend wie tierische. Wenn weiter behauptet wird, daß der Genuß tierischer Nahrungsmittel Nervenerregung bewirke, Reizbarkeit erzeuge und schlechte Instinkte erwecke, wie Grausamkeit und Sinnlichkeit, so steht es jedem frei, der solche Folgen für sich fürchtet, nur Pflanzenkost zu genießen. Im übrigen handelt es sich bei diesen der Fleischnahrung gemachten Vorwürfen um unerwiesene Behauptungen.

Zweifellos ist es möglich, das nötige tägliche Kostmaß nur durch pflanzliche Nahrungsmittel zu decken. Indes solche Kost ist sehr wenig vorteilhaft. Wie schlecht gerade der wichtigste Stoff unserer Nahrung, das Eiweiß, aus pflanzlichen Speisen ausgenutzt wird, sahen wir oben. Um den Eiweißbedarf zu decken, müssen bei pflanzlicher Nahrung unsere Verdauungsorgane eine große Menge unnützen unverdaulichen Ballastes mit in den Kauf nehmen, und das Volum der aufzu-

nehmenden Nahrung wird übergroß. Wenn wir die oben gegebenen Ziffern zu Grunde legen, so wären

in 5000 g	Kartoffeln erst	67.8 g	ausnutzbares Eiweiß
in 2000 g	Roggenbrot	83.4 g	„ „
in 1500 g	feinem Weizenbrot	84 g	„ „
in 500 g	Hülsenfrüchten	94.8 g	„ „

enthalten.

In den weitaus meisten Fällen wird vegetarische Kost, trotzdem sie ein größeres Volum darstellt, als gemischte Kost aus tierischen und pflanzlichen Nahrungsmitteln, an Eiweiß zu arm, an Kohlenhydraten überreich sein, und Eiweißverarmung nebst Abnahme der Kraftfülle mit sich führen. Es ist nicht zu verkennen, daß in weiten Volksschichten, auf dem Lande, wie bei der städtischen Arbeiterbevölkerung und dem städtischen Proletariat, pflanzliche Kost den weit überwiegenden Bestandteil der Nahrung ausmacht. Wir wissen aber auch, daß diejenigen Arbeiterbevölkerungen, welche nicht bloß Sonntags „ein Huhn im Topf" haben, sondern auch zur täglichen Mahlzeit ihr Fleisch oder ihren Fisch verzehren können, körperlich die weitaus leistungsfähigsten sind. Der körperlich geschwächte Arbeiter, dessen Hauptkost Kartoffeln und Brot ausmachen, ist am ehesten geneigt, das mangelnde Kraftgefühl sich durch Alkoholgenuß zu verschaffen und verfällt so am leichtesten dem Schnapsteufel. Den wohlhabenderen Vegetarianer, der mit Hülfe einer zu anerkennenswerter Höhe gebrachten Kochkunst der reinen Pflanzenkost die möglichst besten Seiten abzugewinnen vermag, hindert nichts, bei dieser Kostart sich wohl zu fühlen. Für die Gesundheit und Leistungsfähigkeit der breiten Volksmassen würde die Befriedigung des Nahrungsbedürfnisses lediglich durch pflanzliche Nahrungsstoffe aber einen verhängnisvollen Rückschritt bedeuten. Die Ansprüche an die Leistungsfähigkeit und Energie, welche das neuzeitliche Leben namentlich in den Städten heute an jeden stellt, verlangen eine eiweißreiche Kost. Inwieweit der Versuch, durch das von Prof. Finkler neuerdings dargestellte „Tropon" (eine geschmack- und geruchlose pulverförmige Eiweißsubstanz) auch der ärmeren Bevölkerung auf billigste Weise eine Vermehrung des Eiweißgehalts der Nahrung zu schaffen, Erfolg haben wird, kann erst die Zukunft lehren. Tropon.

§ 185. Die Genußmittel. Genußmittel.

Unter Genußmitteln versteht man Nahrungsstoffe, bei welchen es weniger auf den eigentlichen Nahrungswert — der bei einzelnen Genußmitteln kaum vorhanden ist — als auf eine angenehm erregende Wirkung der Geschmacksorgane wie des gesamten Nervensystems ankommt.

Daß die Zubereitung der Speisen, namentlich die Zugabe von Salzen und Gewürzen, sowie das Genießen der Speisen im warmen Zustand bereits derartige Anregung bezweckt, ist früher bereits ausgeführt. Ebendahin gehört auch das wichtige Bestreben, möglichste Abwechslung in den täglichen Speisen zu erwirken. Denn eine einförmige reizlose Kost mundet auf die Dauer niemand, mag die Kost im übrigen noch so nahrhaft sein.

Neben der eigentlichen Kost nehmen wohl alle Völker der Erde noch besondere Genußmittel zu sich, welche eine erregende und belebende Wirkung ausüben sollen.

Davon steht den gewohnten Nahrungsmittel nam nächsten die Fleischbrühe. Fleischbrühe. Dieselbe enthält, aus dem Fleisch ausgekocht, eine Reihe von Salzen und Stoffen des Muskelfleisches. Außer den löslichen Salzen sind namentlich einzelne der Muskelsubstanz eigentümliche Stoffe, wie Kreatin, Kreatinin, Inosin zu erwähnen, da sie der Fleischbrühe das Anregende und Nervenstärkende verleihen. Ja man hat der

Einverleibung dieser Stoffe in der Fleischbrühe die Fähigkeit zugeschrieben, nach körperlicher Ermüdung die Muskeln schneller erholen zu machen. Dies würde den Genuß einer guten Fleischbrühe nach anstrengender Dauerübung noch empfehlenswerter machen, als er es ohnehin schon ist.

Eine besondere Reihe von Genußmitteln zeichnet sich aus durch den Gehalt eines erregenden Alkaloidstoffes. Es sind dies der Kaffee, der Thee und der Cacao.

Kaffee.

Der erregende Stoff des Kaffees ist das Coffeïn, welches nur im Übermaß genommen giftige Wirkungen haben kann. Hierzu kommen noch einige durch das Brennen der Bohnen entstandene (empyreumatische oder) brenzliche Stoffe. Coffeïn ist allein im Bohnenkaffee enthalten, nicht in den sogenannten Kaffeesurrogaten (aus Cichorien, Eicheln, Feigen, Getreide, Malz usw.), deren Aufguß mit dem eigentlichen Kaffee nur die braune Farbe gemeinsam hat, die belebenden Wirkungen des Kaffees aber vermissen läßt.

Thee.

Der wirksame Stoff des Thees ist das Theïn, ein mit dem Coffeïn vollkommen identischer Körper. Dagegen entbehrt der Thee der brenzlichen Stoffe und schmeckt dadurch milder als der Kaffee.

Cacao und Chokolade.

Der erregende Stoff des Cacaos, der gerösteten Frucht des Cacaobaumes, ist das Theobromin. Der Cacao enthält 45—49 Prozent Cacaobutter, 14—18 Prozent Stärke, und 13—18 Prozent Eiweiß, ist also nicht nur ein Genuß-, sondern auch ein wertvolles Nahrungsmittel — wenn auch leider ein viel verfälschtes. Zur Herstellung der Chokolade wird der Cacao noch mit Zucker und Gewürzen versetzt. Der Doppelwert der Chokolade als Genuß- und Nahrungsmittel, und ihre leicht transportable Form in trockenen Tafeln macht dieselbe sehr geeignet zum Mitführen bei Märschen, Bergbesteigungen, langen Radfahrten usw.

Der Genuß von Kaffee, Thee und Cacao hat sich in wenigen Jahrhunderten bei allen Kulturvölkern verbreitet und zum Bedürfnis entwickelt. Daß gerade diese Genußmittel geeignet sind, um den Geist anzuregen und zu erfrischen, und daß sie zu größeren körperlichen und geistigen Leistungen befähigen, kann füglich nicht bezweifelt werden. Auch nicht, daß gerade den leistungsfähigeren Menschen solche Genußmittel am wenigsten entbehrlich scheinen. Die Klagen über die angeblichen Schäden namentlich des Kaffees für das Menschengeschlecht haben keine Berechtigung — oft aber ihren Grund darin, daß solche Menschenfremde die Welt mit einem Ersatzmittel für den Kaffee, etwa mit Malz- oder Gerstenkaffee beglücken möchten. —

Tabak.

Anders steht es mit einem weiteren Genußmittel, dem Tabak, welcher gleichfalls ein Alkaloid, und zwar ein recht giftiges, das Nikotin, enthält. Allerdings ist es fraglich geworden, ob das Nikotin als solches im Tabakrauch überhaupt unzersetzt vorhanden ist, und ob nicht die giftigen Wirkungen des Tabakrauches anderen Rauchbestandteilen zuzuschreiben sind.

Daß das Rauchen für viele Menschen wertvolle Einwirkungen auf das Nervensystem besitzt, Erregungen dämpft, die Gedanken sammeln läßt, nach Anstrengungen erquickt und beruhigt, und zu einer behaglichen Stimmung beiträgt, bedarf keiner Ausführung. Die Unterdrückung des Hungergefühls durch Tabakrauchen ist allerdings ein zweifelhafter Vorzug.

Den Vorzügen stehen aber auch schwerwiegende Nachteile gegenüber. Schnell vorübergehend sind die Übelkeit und das Erbrechen, womit der jugendliche Raucher meist den „Genuß“ der ersten Zigarre büßt. Auch der Gewohnheitsraucher empfindet noch solche Übelkeit, wenn er einen schwereren und saftreicheren Tabak als den gewohnten zu rauchen versucht. Im übrigen ist das Maß der Anpassungsfähigkeit an den Tabakgenuß sehr verschieden. Indes selbst bei solchen, welche regelmäßig und viel rauchen, und vollständig widerstandsfähig gegen jede Giftwirkung der

Beizstoffe des Tabaks zu sein scheinen, stellen sich oft Schädigungen durch den Tabak ein, namentlich Herzklopfen, Schwindelgefühl und Schlaflosigkeit. In seltenen Fällen auch Schwächung der Sehkraft.

Dem Nichtraucher ist namentlich die Verpestung der Luft durch Tabakqualm in Binnenräumen lästig und beeinträchtigend für die Atmung.

Beim Tränieren zu sportlichen Leistungen ist das Rauchen verboten, ja in englischen Sportklubs besteht die strenge Vorschrift, daß, wenn einzelne Mitglieder des Clubs im Tränieren sind, in den Clubräumen überhaupt von niemand geraucht werden darf.

Eine weitere Gruppe von Genußmitteln sind die alkoholhaltigen Getränke. Sie werden entweder direkt durch Vergährung gewonnen, oder durch Destillation (Brennen) aus gegohrenen Getränken hergestellt.

Alkoholische Genußmittel.

Der wirksame Stoff der geistigen Getränke ist der Weingeist oder Alkohol (Äthylalkohol; Spiritus). Derselbe entsteht aus Zucker oder zuckerartiger Substanz, indem der Zucker unter dem Einfluß von Hefe gährt und sich in Weingeist und Kohlensäure spaltet.

So unterliegt zur Herstellung von Bier das Gerstenmalz der Gährung, zur Herstellung von Wein der Traubenzucker; ebenso können Fruchtzucker, Rohrzucker, das in gährungsfähige Zuckerarten umgewandelte Stärkemehl der Kartoffel, des Getreides, des Reis, der Sago usw. vergohren und zur Herstellung von Branntwein der Destillation unterworfen werden. Dabei entsteht aus der Gährung nicht immer nur der eigentliche Äthylalkohol oder Weingeist, sondern daneben auch andere höherwertige oder hochatomige Alkohole (wie Butyl-, Propyl-, Amyl-Alkohol und andere): die sogenannten Fuselöle. Diese Fuselöle kommen namentlich in dem aus Kartoffeln oder Korn gebrannten Schnaps vor, und sind besonders schädlich. Gießt man ein wenig Branntwein auf die Hohlhand, verreibt es darüber, und schwenkt die Hände ein paarmal zum schnellen Trocknen durch die Luft, so ist der flüchtige Weingeist im Nu verdunstet. Führt man die anscheinend trocken gewordene Handfläche nun dicht zur Nase, so erkennt man deutlich an dem stechenden widerlichen Geruch die zurückgebliebenen weit schwerer verdunstenden Fuselöle. Es läßt sich so wenigstens erkennen, ob ein Branntwein besonders fuselhaltig und schlecht ist. — Ein ganz geringer Gehalt an Fuselöl trägt übrigens zur Geschmacksverbesserung des Branntweins bei. Vollständig entfuselter Alkohol, d. h. Branntwein, schmeckt nicht besonders.

Fuselöle.

Der Alkoholgehalt der verschiedenen geistigen Getränke ist ein sehr verschiedener Es enthalten z. B.:

Alkoholgehalt.

Bairisches Bier	3—4	Volumprozent Alkohol
Exportbier	4—5	" "
Apfelwein	4—5	" "
Ale und Porter	7—8	" "
Gewöhnlicher Moselwein	7—9	" "
Rheinwein	8—10	" "
Madeira	15—17	" "
Sherry	17—19	" "
Gewöhnlicher Branntwein	30—40	" "
Cognac	55—65	" "
Rum	75	" "

Das Bier hat durch seinen Gehalt an stärkemehlartigen Stoffen (4—5% Maltose und Dextrin) einen gewissen Nährwert. Andere Stoffe geben den geistigen Getränken ihren besonderen eigentümlichen Geschmack (Hopfenbitter im Bier; Gerbsäure im Rotwein), wie Geruch (Önanthäther im Wein; die Bouquetstoffe namentlich in den besseren Rhein- und Moselweinen; Fuselöle in Schnaps usw.).

Wirkung des Alkohols.

§ 186. Die Wirkung des Alkoholgenusses mit besonderer Rücksicht auf die Leibesübungen.

Keines von allen Genußmitteln ist seit den ältesten Zeiten der Geschichte so verbreitet, keines in zahllosen Dichtungen, ja in religiösen Kulten so verherrlicht — und keines als Verderb der Menschheit so viel bekämpft, wie der Alkohol in seinen verschiedenen Formen. Am verklärtesten durch die Poesie erscheint seit den Tagen des Erzvaters Noah der gegohrene Saft der Traube, der Wein. Eine weniger überschwänglich gepriesene Stellung nimmt das schon von den alten Egyptern gebraute Bier ein, wennschon es den Ruhm hat, in Bezug auf den Umfang der vertilgten Mengen den ersten Rang unter den geistigen Getränken einzunehmen. Am schnellsten einig ist man sich allenthalben über die Schäden des Branntweins.

Ganz absehen können wir im folgenden von der berauschenden Wirkung übergroßer Mengen geistiger Getränke. Daß solche Mengen, gewohnheitsmäßig genossen, auf die Dauer Körper und Geist zerrütten, und daß Trunksüchtige auf ihre Nachkommen kränkliche Körperanlage, geistige Schwäche, ja Epilepsie und Irrsinn häufiger vererben, ist bekannt genug.

Indes auch der gewohnheitsgemäße Genuß mittlerer Mengen geistiger Getränke, wie er ganz allgemein verbreitet ist, hat in mancher Richtung seine bedenklichen Seiten.

Ist Alkohol ein Nährmittel?

Alkohol, in den Körper aufgenommen, wird nicht etwa unverändert wieder ausgeschieden, sondern tritt in den Stoffwechsel ein und wird verbrannt zu Kohlensäure und Wasser. Ein Gramm Alkohol liefert fast die gleiche Verbrennungswärme wie ein Gramm Fett. Insofern der Alkohol durch seine Umsetzung im Körper Wärme erzeugt, Wärme, die sonst durch Umsatz der entsprechenden Menge eines Nahrungsstoffes geliefert werden müßte, spart er andere Nahrungsstoffe, und zwar Fett oder Kohlehydrate und wird selbst fast zu einem Nährmittel. Indes zu einem sehr schlechten. Denn die erzeugte Wärme kommt dem Haushalte des Körpers wenig zu gute, da sie mit vermehrter Wärmeabgabe Hand in Hand geht. Der Alkohol macht nämlich die Blutgefäße der Haut erschlaffen, so daß die Haut sich rötet; und steigert kurz nach dem Genuß Blutdruck und Häufigkeit der Atmung. Damit wird auch die Wärmeabgabe gesteigert, und zwar in einem Umfange, daß die Körperwärme sinkt. Das Gefühl der Erwärmung nach Alkoholaufnahme ist also ein trügerisches. Der Alkohol setzt die Körpertemperatur herab, eine Eigenschaft, die man zur Bekämpfung der Fieberhitze nutzbar gemacht hat.

Herabsetzung der Körperwärme.

Nur insofern, als die durch den Alkohol erzeugte Verbrennungswärme nicht durch vermehrte Wärmeabgabe wieder verloren geht, vermag also der Alkohol den Ansatz unverbrannter Nahrungsmittel, d. h. von Fett, denn Kohlehydrate sind ebenfalls Fettbildner im Körper, zu fördern. Dagegen kann der Alkohol nicht etwa einen Teil des Umsatzes des wichtigsten Nährstoffes und Gewebsbildners, des Eiweißes, ersetzen, um dadurch dem Körper Eiweiß zu sparen. Im Gegenteil wird die Eiweißzersetzung im Körper durch Alkoholgenuß gesteigert. Das Eiweiß ist aber der für die Leistungen unserer Muskulatur wichtigste Stoff. Mithin machen geistige Getränke, regelmäßig genossen, den Menschen nicht etwa geeigneter zu Muskelleistungen, sondern üben vielmehr eine schwächende Wirkung aus, die namentlich bei Dauerleistungen sich geltend macht. — Bei Gewohnheitstrinkern tritt Eiweißverarmung des Körpers, Kraftabnahme und Schlaffheit oft recht bald ein. Nur bei solchen, die im stande sind, sich eine sehr kräftige eiweißreiche Kost zuzuführen, tritt dieser schwächende Einfluß weniger zu Tage.

Förderung des Fettansatzes.

Eiweißzersetzung.

Erregende Wirkung.

Eine mäßige Menge von Alkohol übt ferner eine erregende Wirkung auf das Nervensystem aus. Durch Reizung der beschleunigenden Herznerven steigen Pulszahl, Blutdruck, sowie die Zahl der Atemzüge. Die Hautblutgefäße namentlich des Kopfes und des Halses erweitern sich, die Schweißabsonderung und Hautatmung werden vermehrt, vor allem aber wird das Gehirn angeregt. Dies äußert sich in erhöhter Stimmung, in angenehm behaglichem Gemeingefühl, welches über die Sorgen des Lebens hinwegträgt, in Steigerung der Denkthätigkeit und leichterer Gedankenfolge. Ebenso erfahren edle wie unedle leidenschaftliche Gefühle und Triebe eine Steigerung.

Lähmende Wirkung.

Alle diese erregenden Wirkungen äußern sich in verschiedenem Grade je nach Körperanlage und Temperament des Einzelnen, je nach der Art, und vor allem je nach der Menge des genossenen alkoholischen Getränkes. Stets aber schlägt die Erregung, nachdem sie mehr oder weniger schnell abgeklungen ist, in das Gegenteil um, in Niedergang und Lähmung der geistigen wie körperlichen Energie. Die Anregung ist also stets nur eine vorübergehende, der vermeintliche Gewinn an feuriger Schnellkraft ein trügerischer. Selbst kleinere Mengen alkoholischer Getränke rufen nachfolgende Ermattung hervor: der Frühschoppen macht für die ersten Nachmittagstunden lästig und schwer; am unschädlichsten ist eben Alkoholgenuß nach gethaner Tagesarbeit.

Wein, Bier, Branntwein.

Was die verschiedenen Arten der alkoholischen Getränke betrifft, so kommt beim Wein am meisten der angenehm erregende, frohe Stimmung weckende Einfluß auf die Hirnthätigkeit zur Geltung. Beim Bier, welches wegen seiner Kühle und seines Kohlensäuregehaltes oft mehr der erfrischenden Wirkung als des Alkoholgehalts wegen getrunken wird, fällt ins Gewicht, daß Bier gelöste Stärkemehlstoffe enthält, also einen gewissen direkten Nährwert hat. Dadurch wird beim Bier die ohnehin durch den Alkohol schon vorhandene Förderung des Fettansatzes noch gesteigert — oft in recht bedenklicher Weise. Kommt hinzu, daß die mit dem Bier zugeführte große Flüssigkeitsmenge in den Blutkreislauf zum Teil aufgenommen, die Arbeit des womöglich fettumwachsenen und geschwächten Herzens noch erschwert, so erklärt sich leicht das häufige Vorkommen von Herzschwäche bei starken Biertrinkern. Am meisten treten die Schäden des Alkohols zu Tage bei häufigem Branntweingenuß. Die ohnehin, wie oben gezeigt, durch den Alkohol verminderte Ernährung wird hier noch ganz besonders beeinträchtigt dadurch, daß die heftig reizende Wirkung des hochprozentigen alkoholischen Getränkes chronischen Katarrh der Rachen-, Speiseröhren- und Magenschleimhaut erzeugt, und damit die eigentliche Verdauung stark herabsetzt.

Alkohol bei Leibesübungen.

Aus dem vorhergehenden erhellt, daß der Alkohol zwar in flüchtiger Erregung nach dem Genuß, welche das etwa vorhandene Müdigkeitsgefühl betäubt, erneute Kraft und Leistungsfähigkeit vortäuscht, daß aber bald sich der natürlichen Ermüdung die herabstimmende lähmende Wirkung hinzugesellt, und so die Kräfte viel eher versagen. Wo es sich in der That um schwerere körperliche Leistungen, um den Aufwand der gesamten Energie handelt, ist Alkoholgenuß nicht nur zwecklos, sondern geradezu gefährdend. Bei Dauerleistungen aller Art, bei Märschen, bei Bergbesteigungen, Rad- und Ruderfahrten usw. sollte man sich streng des Alkoholgenusses enthalten. Das gilt für den Wein wie für den Branntwein; beim Bier kommt noch die Belastung des Kreislaufs durch größere Flüssigkeitszufuhr hinzu. Erst nach vollbrachter Anstrengung mag der Genuß der Ruhe durch einen ermunternden Trunk angenehmer gestaltet werden, wenngleich Thee und Kaffee sich namentlich für den, der am folgenden Tage neue Strapazen zu ertragen hat, weit mehr empfiehlt. Die größten Leistungen menschlicher Energie, welche die Neuzeit aufzuweisen hat, die kühnen Polarfahrten wie die entbehrungsreichen Märsche im tropischen Afrika sind von Männern ausgeführt worden, deren erstes Gebot Enthaltung von jeglichen geistigen Getränken war.

Auch beim Tränieren zu besonderen Leistungen in irgend einer sportlichen Übung ist die Enthaltsamkeit von Alkohol in jeder Form meist strenges Gebot.

Was für außergewöhnliche Anstrengungen und Unternehmungen, was für die ernste Vorbereitung zu einem Wettkampf in leiblicher Fertigkeit gilt, kann natürlich nicht gefordert werden von dem, der zur Erhaltung von Frische, Kraft und Gewandtheit neben seinem täglichen Beruf stete, regelmäßige Leibesübungen in mäßigem Umfang betreibt. Es wäre das auch ein aussichtsloses Beginnen. Mäßiger Alkoholgenuß verschönt zahllosen Menschen die Stunden der Erholung, und beeinträchtigt, stets in rechten Grenzen gehalten, nicht die Gesundheit. Allerdings sind diese Grenzen vom Willensschwachen allzuleicht überschritten, und wir wollen im biertrinkenden Deutschland es nicht verhehlen, daß ein gut Teil der auf dem Übungsplatz gewonnenen körperlichen Leistungsfähigkeit und Schneidigkeit nachher durch des Bieres Fluten wieder hinweggeschwemmt wird, und daß die Kräftigung des Herzmuskels durch Übung, und das Einschmelzen ungenutzter Fettmassen des Körpers durch schweißtreibende Anstrengungen zwecklos ist, wenn man durch reichliche Bierzufuhr schleunigst wieder für neuen Fettansatz sorgt und das Herz in der oben erwähnten Weise überbürdet und entkräftet.

Tränieren.

§ 187. Das Tränieren.

Unter Tränieren versteht man ganz allgemein die Vorbereitung zu körperlichen Höchstleistungen. Um die mögliche Leistungsgröße des Körpers zu erreichen, gilt es: 1. Die volle Muskelenergie zu entwickeln, und 2. die Ermüdbarkeit auf das geringste Maß zu bringen. Die Mittel dazu bestehen neben regelmäßiger reichlicher Übung in entsprechender sonstiger Lebensführung. Namentlich sind eine bestimmte zweckdienliche Kost, Lungen- und Hautpflege von Wichtigkeit. Der Körper kommt dadurch in den tränierten Zustand, d. h. in die bestmögliche Verfassung, um bestimmte Leistungen bewältigen und die dazu nötigen Anstrengungen ohne Schädigung des Körpers ertragen zu können.

Wer Höchstleistungen des Körpers auf einem einzelnen oder auf verschiedenen Gebieten leiblicher Bethätigung anstrebt, muß sich entsprechend vorbereiten. Denn den Untränierten treffen bei ungewohnter Anstrengung leicht üble Zufälle, Störung der Gesundheit, ja Gefährdung des Lebens. Es braucht nur an die Gefahren erinnert zu werden, welche schnellster Lauf (Wettlauf) über längere Strecken dem noch ganz Ungeübten bringt. Auch ein guter Gerätturner ist dazu durchaus nicht ohne weiteres vorbereitet.

Nach Aufhören des Tränierens, Einstellung der regelmäßigen Übungen, und Rückkehr zur früheren gewohnten Lebensweise gehen die durch das Tränieren erlangte besondere Leistungsfähigkeit, ebenso wie sonstige körperliche Vorteile bald verloren. Nur durch fortgesetzte Übung von gewissem Umfang kann eine mittlere Höhe der erlangten körperlichen Verfassung dauernd gesichert werden.

Man kann verschiedene Arten des Tränierens unterscheiden je nach dem zu erreichenden Zwecke.

Hygienisches Tränieren.

1. Hygienisches Tränieren. Bei diesem soll der Körper zu jeglicher Art von Leibesübungen möglichst geschickt, also allseitig ausgebildet werden. Sowohl zu Kraft- und Geschicklichkeits-, wie zu Schnelligkeits- und Dauerübungen soll ein guter Grad von Leistungsfähigkeit erworben werden. Diese Art von Ausbildung ist es, welche auf dem Gebiete des Wettkampfes schon bei den alten Hellenen den Pentathlon der olympischen Spiele zeitigte, den Fünfkampf in Sprung, Lauf, Speerwurf, Diskuswurf und Ringen.

Der gesunde Gedanke, zur allseitigen Leistungsfähigkeit sich auszubilden, für die körperliche Erziehung der Jugend die oberste Richtschnur, bleibt auch stets das Ideal für die Leibesübungen der Erwachsenen. Damit ist nicht ausgeschlossen, daß der Einzelne dieser oder jener Übungsart besondere Bevorzugung widmet.

Sportliches Tränieren.

2. Sportliches Tränieren. Unter sportlichem Tränieren versteht man die Vorbereitung zu einer ganz bestimmten Leistungsart, also zum Wettlauf über kürzere oder über längere Strecken, zum Wettgehen, zum Ruderrennen, zum Radrennfahren, zum Stemmen schwerster Hanteln usw. Dieses nur auf ein Ziel zugespitzte Tränieren zeitigt sicherlich manche Übertreibungen, die über den Rahmen einer gesunden Leibeszucht hinausgehen. Man braucht nur an den Gegensatz zwischen einem hagern sehnigen Wettläufer, der eine kräftige Muskulatur der Arme und Schultern als unnützen Ballast betrachtet, und demgemäß unentwickelt läßt, und einen ungefügen Hantelstemmer zu erinnern. Hier liegt unbedingt das Gute und Schöne in der Mitte.

Andererseits zeitigt das auf eine einzelne Leistung ausschließlich abgezweckte Tränieren des Körpers Ergebnisse, welche zum Gipfel des der menschlichen Bewegungsmaschine überhaupt Erreichbaren hinführen, und somit ein außergewöhnliches wissenschaftliches Interesse beanspruchen dürfen.

Militärisches Tränieren.

3. Militärisches Tränieren. Als ein fortgesetztes Tränieren auf alle zum Krieg erforderlichen leiblichen und geistigen Fähigkeiten kann man auch den Heeresdienst bezeichnen. Die schwierigste und körperlich bedeutsamste Seite dieser Vorbildung ist die Befähigung zu Dauerleistungen im kriegsmäßigen Marschieren mit vollem Gepäck.

Tränieren der Jockeys.

4. Eine besondere Art des Tränierens bezweckt lediglich möglichste Gewichtsminderung des Körpers ohne hervorragende Leistungsfähigkeit in einer bestimmten Leibesübung. Solcher Art des Tränierens müssen sich die Jockeys bei der Heranzüchtung von Rennpferden unterwerfen. Diese außerordentlich eingreifende und nichts weniger als unbedenkliche Art, den Körper herzurichten, ist hier nur deshalb erwähnt, weil auf dieselbe von Unkundigen oft hingewiesen wird, um die vermeintliche Gefährdung der Gesundheit durch das Tränieren zu erweisen. —

§ 188. Vorschriften beim Tränieren.

Vorschriften beim Tränieren.

Was die Ausführung des Tränings betrifft, so sind im einzelnen nachstehende Vorschriften besonders wichtig. Dabei mag hervorgehoben sein, daß die Ausführung dieser Vorschriften mehr oder minder streng erfolgt. Ein Berufsfahrer oder Berufsathlet, für den die Erzielung von Recordleistungen auf seinem engen Sondergebiet eine Existenzfrage bedeutet, wird sich in anderer ausschließlicher Weise vorbereiten müssen und ausschließlicher seinen Körper zur Erreichung des einen Zieles in die beste Verfassung zu bringen suchen, als der Liebhaber, der neben seinem sonstigen bürgerlichen Berufe irgend eine Sportart mit Eifer betreibt.

Tränieren bei den verschied. Altersstufen.

1. Was zunächst das Alter betrifft, so soll ein angreifendes Tränieren nicht vor vollendeter Entwicklung, nicht vor voller Ausreifung des Körpers erfolgen. Wie zum Heeresdienst eine bestimmte Altersstufe — die Militärreife — vorgeschrieben, so gilt auch für das sportliche Tränieren meist das vollendete 18. Lebensjahr als unterste Altersgrenze. Im übrigen läßt sich in den jugendfrischen Lebensjahren von 19—30 die Anstrengung des Tränierens am besten ertragen. Über das 30. Lebensjahr hinaus ist meist das Fettpolster der Haut schon recht stark, und ein regelrechtes Tränieren verursacht vorab in kürzester Frist eine sehr starke Gewichtsabnahme (12—17% des Körpergewichts beobachtete Kolb), die nicht von jedem gleich gut ertragen wird. Bei einem Alter über 40 Jahre hinaus ist oft genug das Herz einem strengen

Tränieren nicht mehr gewachsen; mit zunehmendem Alter müssen die Anforderungen des Tränierens immer mehr eingeschränkt werden.

Ausschließende Krankheitszustände.

2. Wer sich einem regelmäßigem Tränieren unterwerfen will, soll sich vorher ärztlich dahin untersuchen lassen, ob Herz und Lungen gesund sind. Herzfehler von geringfügigem Umfang können oft Jahre lang unbemerkt bestehen. Die Fähigkeit des Herzens, durch Muskelzunahme die steten kleinen Störungen im Blutkreislauf zu überwinden, zu kompensieren, hält für gewöhnlich Jahre lang soweit vor, daß bei leichteren Anstrengungen das Herz in noch leidlichem Grade der Mehrbelastung Herr zu werden vermag, und das Bestehen einer verminderten Arbeitsfähigkeit nicht zum Bewußtsein kommt. Anders bei den zur Höchstleistung gesteigerten Anforderungen des Tränierens. Wenn auch beim Tränieren die Entwässerung und Entfettung des Körpers, die Zunahme der roten Blutkörperchen usw. in erster Linie den Erfolg haben, das Herz zu entlasten und arbeitsfähiger zu machen, was also einem unter erschwerenden Umständen arbeitenden Herzen ganz besonders zu gute kommen muß, so sind andererseits die Anforderungen der im Tränieren zu leistenden Muskelarbeit derart, daß die für die mittleren Leistungen der Körpermuskulatur noch eben ausreichende und den vorhandenen Herzfehler verdeckende Herzkraft nun versagt, die Leistungsfähigkeit über einen oft unerwartet niedrigen Punkt nicht hinaus kann, und Kreislaufstörungen sich einstellen. — Ähnlich verhält es sich mit Lungenerkrankungen.

Auch bei ausgesprochener Blutarmut sowie reizbarer Nervenschwäche ist ein strenges Tränieren mehr wie bedenklich.

Vortränieren.

3. Aber nicht nur körperliche Gesundheit ist erforderlich, wenn man den Anforderungen des Tränierens sich unterziehen will, sondern der Übergang aus einem an körperlichen Anstrengungen freien Alltagsleben zum entbehrungs- und arbeitsreichen Tränieren soll nicht plötzlich und unvermittelt erfolgen, sondern einigermaßen vorbereitet sein. Es ist ja leicht zu verstehen, daß plötzliche stärkste Inanspruchnahme von Muskeln, die bisher infolge bequemer Lebensweise energischer Zusammenziehungen ganz entwöhnt waren, durch die damit verbundenen mechanischen und stofflichen Vorgänge in der Muskelsubstanz heftige Ermüdungserscheinungen und vorschnelles Versagen der Muskelkraft zur Folge haben muß. Es wird darum auch bei jungen Leuten kaum vorkommen, daß sie den Betrieb von Leibesübungen unmittelbar mit tüchtigem Tränieren beginnen.

Anders liegt die Sache beim militärischen Tränieren. Den zu einem größeren Manöver oder gar zu einem Feldzug einberufenen Reservisten und Landwehrleuten werden sofort starke Kriegsmärsche und Übungen auferlegt. Zu einer wochenlangen Eingewöhnung ist da keine Zeit. Die Folge ist, daß bei solchen Märschen eine ungewöhnliche Zahl von Erschöpften, Übermüdeten und noch dazu Fußkranken unterwegs liegen bleiben, wenn auch der gediente Mann oft überraschend schnell in das militärische Tränieren sich einlebt, und volle Leistungsfähigkeit erlangt. — Unsere Krieger- oder Militärvereine würden durch den Betrieb von Leibesübungen und Märschen neben den geselligen Zusammenkünften nicht nur ihre Mitglieder einigermaßen in militärisch tränierten Zustande erhalten, so daß sie im Ernstfalle dem Vaterlande von vornherein in vollkommener Leistungsfähigkeit sich stellen könnten, sondern sie würden auch deren Arbeitskraft und Gesundheit im Frieden in wohlthätiger Weise fördern.

Übungen beim Tränieren.

4. Was die Übungen beim Tränieren und das Maß derselben betrifft, so sind die Vorschriften darüber auf Überlieferung und Erfahrung begründet, namentlich so weit es sich um die Vorübung zu ganz bestimmten sportlichen Leistungen handelt. Die Summe der täglich zu leistenden Muskelarbeit ist so bemessen, daß sie einerseits mannigfache und reichliche Bethätigung fordert, andererseits aber die Ermüdung nicht

zu einem Grade steigert, welcher eine Unterbrechung in der täglichen Übungsarbeit nötig machen könnte.

Wichtig ist für die mannichfachsten Übungsarten, für die Vorbereitung zu Leistungen im Schwimmen, Rudern, Radfahren, ebensowohl wie für das Tränieren zu athletischen Übungen im Wurf, Lauf, Sprung, Ringen usw., daß die Atmung und der Kreislauf zur größtmöglichen Leistungsfähigkeit gebracht werden. Es spielt daher diejenige Übung, welche Atmung und Herz am meisten kräftigt, fast bei jeder Art des Tränierens eine wichtige Rolle: nämlich der Lauf.

Gewichtsverlust.

5. Die starke Muskelarbeit, welche das Tränieren erfordert, hat namentlich zu Beginn des Tränierens die Folge, daß zuallererst der Vorrat des Körpers an Reservestoffen, vorab an Fett, zur Krafterzeugung verbraunt und eingeschmolzen wird. Es ist schon früher betont, daß die Verbrennung dieser Stoffe größere Mengen von Kohlensäure erzeugt, daher leichter bei Leibesübung kurzatmig macht, als die Arbeit direkt mit dem Kraftvorrat der Nahrung. Ebenso liefert die Umsetzung der Reservestoffe eine weit größere Menge giftiger Zersetzungsproducte im Harn und im Schweiß. Werden während des Tränierens diese Reservestoffe verzehrt, schwindet das entbehrliche

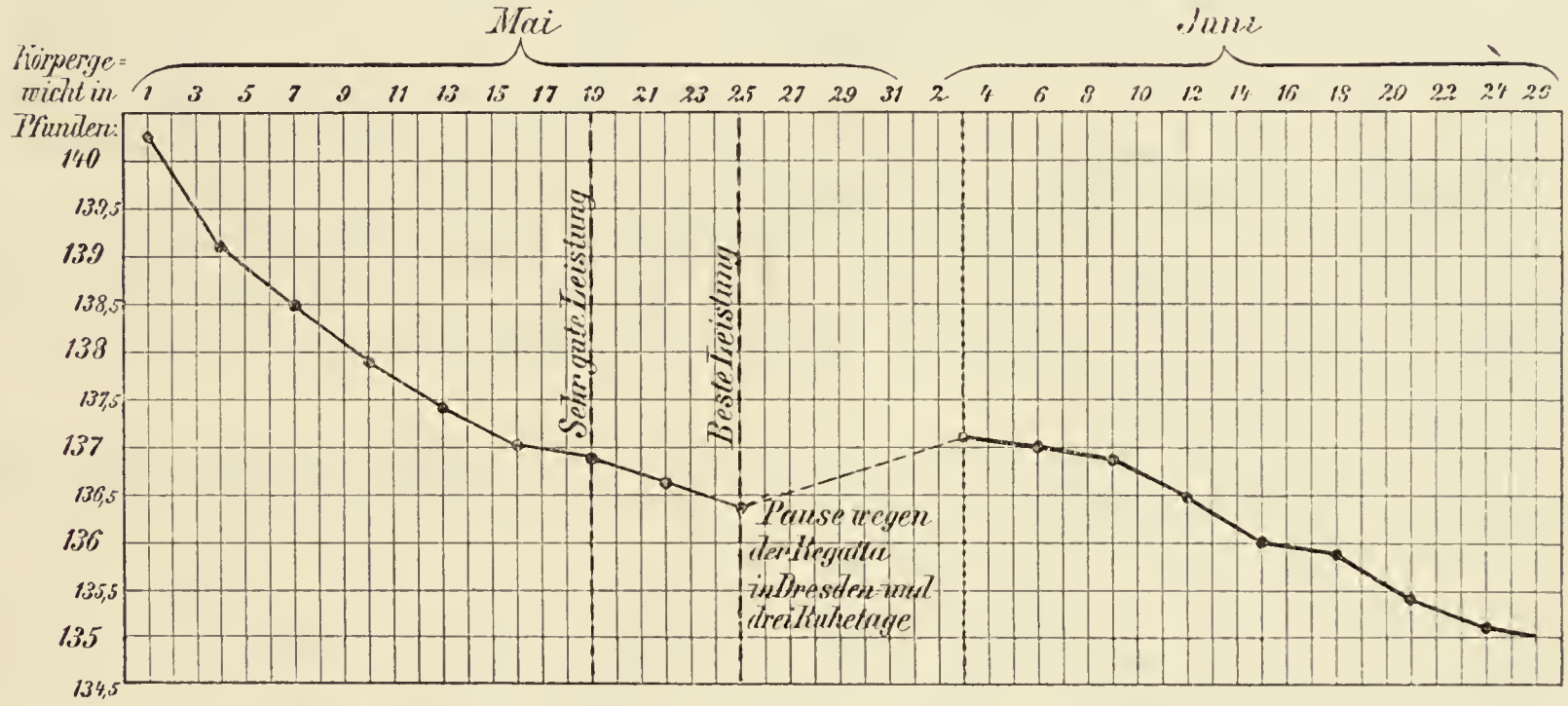


Fig. 318.

Fettpolster, und sorgt die übrige Lebensweise, namentlich die richtige Kost dafür, daß der Abgang an Fett nicht gleich wiederersetzt wird, so tritt in Verbindung mit gleichzeitiger starker Wasserabgabe durch den vermehrten Schweiß bei Anstrengung eine Gewichtsabnahme des Körpers ein. Der Körper wird fettärmer und wasserärmer. Diese Gewichtsabnahme ist am größten in den ersten beiden Wochen des Tränierens. Sie wird weiterhin immer geringer und fällt nach vollendeter Einschmelzung der entbehrlichen Reservestoffe auf Null. So giebt Lagrange als Gewichtsverlust eines Läufers beim Tränieren an:

1. Woche: Gewichtsverlust 8 Pfund,
2. Woche: „ 3 „
3. Woche: „ 0 „

Nicht nur das. Das Wachstum der Muskelsubstanz, je nach den vorwiegend betriebenen Übungsarten, wie früher gezeigt, verschieden groß, kann am Ende des Tränierens — wenn wir ein strenges 6—8wöchiges und nicht ein mäßiges andauerndes Tränieren annehmen — ein geringes Wiederansteigen des Körpergewichts veranlassen. Nur wenn das kräftigende gesunde Tränieren umschlägt in den bedenk-

lichen Zustand des Übertränierseins, findet eine weitere Gewichtsabnahme statt, aber nicht auf Kosten entbehrlicher Reservestoffe, sondern notwendiger Körpersubstanz.

Beistehende Kurve (Fig. 318) von G. Kolb zeigt im Durchschnitt berechnet den Gewichtsverlust von 8 jungen Leuten im Alter von 21—27 Jahren mit mäßigem Fettpolster während eines Ruderträning an. Im ersten Monat verläuft die Kurve bei sehr mäßigem Gewichtsvorlust so, daß die Abnahme des Körpergewichts sich stetig verlangsamt: Die Kurve hat eine konkave Gestalt. Zu Beginn und während der dritten Woche hatte die Rudermannschaft ihre größte Leistungsfähigkeit erreicht. Während einer Pause im Tränieren vom Ende Mai bis 3. Juni steigt das Körpergewicht wieder ein wenig an, um mit erneutem Beginn des Tränierens stetig zu fallen — gleichzeitig mit verminderter Leistungsfähigkeit: die Mannschaft war übertränt.

Kost beim Tränieren.

6. Beim Tränieren kommt es also, um dem Körper die beste Verfassung zu guten und besten körperlichen Leistungen zu geben darauf an, einerseits überflüssige Gewebe des Körpers zu beseitigen, andererseits kraftgebende Muskelsubstanz neu anzusetzen. Diesen beiden Gesichtspunkten hat die Kost zu entsprechen: sie muß sehr reich sein an Eiweißstoffen zum Ersatz des verbrauchten und Ansatz neuen Mukelfleisches, sie soll nur ein knappes Maß an Fettbildnern, also an Fett und stärkemehlhaltigen Stoffen (Kohlehydraten) enthalten, damit das verbrauchte Körperfett nicht wieder ersetzt werde. Aus demselben Grunde verbietet sich der Genuß alkoholischer Getränke, da Alkohol in seiner Rolle als Sparmittel ebenfalls Fettansatz bewirkt — ganz abgesehen von der oben erwähnten auf die körperliche Energie lähmend einwirkenden Eigenschaft des Alkohols. Um den Körper zu entwässern, das Blut einzudicken und dadurch die Herzarbeit zu erleichtern, soll ferner die Flüssigkeitszufuhr auf ein Mindermaß eingeschränkt werden.

Die zahlreichen für das Tränieren vorgeschriebenen Kostordnungen, mögen sie auch in manchen Einzelheiten von einander abweichen, werden diesen Forderungen mit mehr oder weniger größerer Strenge gerecht.

Empfohlen sind von Fleischarten vor allem Rinder- und Hammelbraten, ferner Wild (Reh, Hirsch) und wildes Geflügel (Rebhuhn, Fasan). Weiterhin fettarme Fischspeisen, wie Schellfisch, Scholle, Heilbutt, Zander; endlich Austern und Krebse.

Verboten ist dagegen, diese Speisen mit scharf gewürzter oder fetter Tunke zu genießen.

Es sind ferner verboten: Schweinefleisch, fette Wurst und Sülze, fette Fische wie z. B. Salm, geräucherter Lachs und der scharfe, Durst erzeugende Hering.

Als Zukost zum Fleisch werden Brot, leichte Gemüse, selbst etwas leichte Mehlspeise gestattet, Kartoffeln dagegen verboten; Suppen sind schon der Flüssigkeitsmenge wegen zu meiden. Von Genußmitteln sind Kaffee und Thee erlaubt.

Um dem Körper die nötigen Brennstoffe in leicht verdaulicher Form zuzuführen, und das gefürchtete Übertränieren, d. h. das Verbrennen notwendiger kraftgebender Körperstoffe zu vermeiden, ist (von G. Kolb) neuerdings der Zucker empfohlen worden.

Im ganzen und großen ist die Kost beim Tränieren kaum verschieden von derjenigen, welche ärztlicherseits bei Entfettungskuren vorgeschrieben wird. Daß das militärische Tränieren solche Kostvorschriften nicht kennt, braucht wohl kaum erwähnt zu werden.

Massage.

7. Als Unterstützung der Einwirkungen auf den Stoffwechsel, und zur Belebung des Blut- und Säfteumlaufs in den Muskeln wird vielfach beim Tränieren ein regelmäßiges tägliches Massieren der Muskeln vorgenommen. Man stellt sich vor,

daß diese dadurch „weich und beweglich“ erhalten würden. Nützlich ist solche Massage wohl, aber nicht notwendig.

8. Die Entwässerung des Körpers ist wichtig, um die Herzarbeit zu erleichtern und zu bewirken, daß bei jedem Herzschlag in dem gegebenen Volum Blutflüssigkeit eine möglichst große Zahl roter Blutkörperchen in die Schlagadern gepreßt und den arbeitenden Muskeln zugeführt werden. Es vollzieht sich so die Sauerstoffzufuhr leichter und es wird nicht so bald höchste Herzarbeit notwendig. Entwässerung des Körpers.

Außer der Einschränkung der Flüssigkeitszufuhr ist es auch der starke Schweißverlust bei den Übungen, welcher die Gewebe des Körpers beim Tränieren wasserärmer macht. Ja man hat auch schweißtreibende Mittel, namentlich Dampf- und Heißluftbäder angewendet, um dem Körper große Schweißmengen zu entziehen. Beim Tränieren der Jockeys, wo es auf möglichste Gewichtsminderung so gut wie allein ankommt, spielen solche Schwitzkuren eine besondere Rolle — und tragen mit dazu bei, diese Art der gewaltsamen Gewichtminderungen des Körpers zu einer die Gesundheit gefährdenden zu machen.

9. Die Wichtigkeit der Haut als Ausscheidungsorgan nicht nur des Schweißes, sondern auch anderer Abfallstoffe des Stoffwechsels bedingt beim Tränieren eine stete geeignete Hautpflege. Tägliche kalte Abreibungen sind vor allem empfehlenswert, ebenso im Wechsel warme und kalte Duschen. Hautpflege.

10. Daß das Tränieren in erster Linie die vorzunehmenden Muskelübungen auf möglichste Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Lungen und des Herzens abzweckt, ist oben ausgeführt. Es braucht nur an die Pflege des Laufs beim Tränieren und den Wert des Laufs für die Lungenübungen erinnert zu werden. Wie die Arbeit des Herzens durch die Entwässerung des Körpers und den Fettschwund begünstigt wird, so wird auch die Atemthätigkeit, namentlich die Zwerchfellatmung, durch die Einschmelzung der Fettmassen zwischen den Verdauungsorganen und in den Bauchwänden außerordentlich erleichtert. Damit ist die Atempflege beim Tränieren noch nicht erschöpft. Mit Recht wird es als besonders wesentlich angesehen, daß die Atmung nur in reiner Luft, womöglich im Freien stattfindet. Der Einfluß von Licht und Luft auf die Bildung roter Blutkörperchen ist möglichst auszunutzen, denn ein an roten Blutkörperchen, an Sauerstoffträgern möglichst reiches Blut schont die Herzkraft und befähigt zu stärksten Muskelleistungen ohne vorzeitige Herz- oder Atemermüdung. Diese Rücksicht auf die Atempflege ist es auch, welche zu dem strengen Verbot des Rauchens während der Zeit des Tränierens geführt hat. — Atempflege.

11. Es sei endlich noch erwähnt, daß den jungen Leuten, welche sich dem Tränieren unterziehen, die Enthaltung von geschlechtlichen Aufregungen strengstens geboten und eine dahingehende ehrenwortliche Verpflichtung abgenommen wird. Enthaltung von geschlechtlicher Aufregung.

§ 189. Wert des Tränierens.

Wert des Tränierens.

Das Tränieren besteht also im wesentlichen aus:

1. regelmäßiger höchstmöglich gesteigerter Muskelübung, welche besonders auch auf Kräftigung und Entwicklung der Atem- und Kreislauforgane abgezweckt ist.

2. geeigneter Lebensführung, welche a) hinsichtlich der Kost Entfettung und Entwässerung der Körpergewebe, Ansatz kraftgebender Muskelsubstanz, Vermehrung der roten Blutkörperchen anstrebt, b) die Haut- und Atemthätigkeit anregt und fördert, c) schwächende Genüsse und zwar Tabak, Alkohol und Geschlechtsgenuß streng fernhält.

Körperlicher Wert des Trainiertseins.

Der Wert des Trainierens zeigt sich körperlich in folgendem:

Die Muskulatur wird kräftiger und weniger leicht ermüdbar, d. h. ausdauernder; bei Muskelarbeit entstehen im Körper weniger giftige Zersetzungsprodukte, die durch die Nieren im Harn, durch die Haut mit dem Schweiß ausgeschieden werden. Der Haut des Trainierten entströmen bei weitem nicht so viele gasförmige, stark riechende Ausscheidungsstoffe wie der Haut dessen, der müßig lebt und sich mästet. „Er stinkt vor Faulheit" sagt mit Recht der Volksmund. Fernerhin entsteht bei starker Muskelarbeit weniger Kohlensäure, und tritt also weniger leicht Lungenermüdung und Atemnot ein. Die Atmung wird langsam und tief, wie schon früher erwähnt; die Zahl der Atemzüge fällt durchschnittlich von 16 auf etwa 12—13 in der Ruhe; der Atemumfang nimmt zu, wie sich in einer Vermehrung des Unterschieds der Brustmaße bei Ein- und Ausatmung um etwa 2—3 cm, sowie in einer zuweilen überraschend starken Erhöhung der Fassungskraft der Lungen (mittels des Spirometers festgestellt) ausspricht. Die Kräftigung des Herzens zeigt sich darin, daß der Puls weniger häufig wird, von 69 Morgens im Durchschnitt auf die Durchschnittsziffer von 63 sinkt. Kolb beobachtete sogar 58, ja 42 Pulsschläge in der Minute. Ebenso wird der Puls regelmäßiger da, wo er vorher Ungleichheiten gezeigt hatte. Das mit dem Zustand des Trainiertseins verbundene Bewußtsein der vollen Leistungsfähigkeit erzeugt ein wohlthuendes Kraftgefühl und Selbstvertrauen.

Moralischer Wert des Trainierens.

Aber das Trainieren hat auch einen hoch anzuschlagenden moralischen Wert. Die jungen Leute, welche in Sportvereinen, in Spielvereinen, ja auch vereinzelt in Turnvereinen sich einem regelrechten Trainieren unterwerfen, legen sich damit freiwillig eine große Summe von Entbehrungen und heftigen unausgesetzten Anstrengungen auf. Ein großer Teil unserer Jugend, namentlich in den größeren Städten, gewöhnt sich allzuleicht an ein Übermaß von Genüssen, sucht ihre Erholung im Wirtshausleben, im Aufsuchen nichtssagender, ja Lüsternheit erweckender Schaustellungen, wenn nicht gar in entnervenden Ausschweifungen. Demgegenüber muß die Summe von Willenskraft und selbstauferlegter, harter Leibeszucht, welche im Trainieren der Sportjünger sich kundgiebt, selbst dem Achtung einflößen, der mit manchen Eigentümlichkeiten des heutigen Sportwesens sehr wenig einverstanden ist. —

Dauer der Wirkungen des Trainierens.

Alle die genannten körperlichen Vorteile und die erhöhte Widerstandskraft sind voll und ganz am Ende des Trainierens vorhanden. Es fragt sich nur, wieviel davon dauernder Gewinn ist. Und da zeigt sich, daß vor allem die Herabminderung des Körpergewichts um so eher dem Gegenteil weicht, d. h. einem Wiederansteigen des Fettansatzes auf die frühere Fülle, ja darüber hinaus, je mehr nach den Anstrengungen des Trainierens eine Ruhepause eintritt, die strengen Übungen eine vollständige Unterbrechung erfahren, und die Beschränkungen in Kost und Lebensweise einem bequemen Wohlleben Platz machen. Denn dazu tritt die Neigung sehr stark auf. Es ist, als ob die während des Trainierens durch die Macht der Willenskraft zurückgehaltenen Neigungen zu reichlicher Nahrungs- und namentlich zu reichlicher Flüssigkeitsaufnahme nun besonders stark auflebten. Die langentbehrten Genüsse wirken nach Aufhören des Zwanges mit doppelter Gewalt, die wiedererlangte Freiheit wird gar zu leicht mit vollen Zügen genossen. Und doch sichert sich nur der dauernd wenigstens ein gutes Teil der erlangten Vorteile, welcher eine gewisse Mäßigkeit in der Lebensführung strenge wahrt und regelmäßige Leibesübung, wenn auch in vermindertem Umfange, fortsetzt.

§ 190. Übertränіertsein.

Über-
träniertsein.

Schon oben war kurz erwähnt, daß das Tränieren nicht immer sich in aufsteigender Linie bis zur vollendeten Höhe körperlicher Leistungsfähigkeit und Widerstandskraft bewegt, sondern daß auch Fälle vorkommen, wo während des Tränіertseins die Zunahme der Kraftfülle nicht weiter geht, vielmehr umschlägt in ihr Gegenteil, in eine Abnahme der Leistungsfähigkeit. Wir nennen solchen Zustand: Übertränіertsein.

Dieser Zustand kann aus zweierlei Gründen eintreten.

1. Durch Störung des Stoffwechsels. Nach Aufzehren der Reservestoffe des Körpers wird die körperliche Arbeit des Tränierenden unmittelbar unterhalten durch die Kraftquellen der täglichen Nahrung. Dieselbe soll eine kräftige und vor allem stark eiweißreiche sein. Indes nicht jedem bekommt die der gewohnten Nahrung gegenüber trotz möglichster Abwechslung doch immerhin etwas einförmige Kostordnung beim Tränieren. Es stellt sich eine Art von Widerwillen gegen diese Nahrung ein, und bewirkt Appetitmangel und erschwerte Verdauung. Infolgedessen wird entweder die nötige Eiweißmenge nicht voll aufgenommen, oder die aufgenommene und an sich genügende Menge wird nicht ordentlich verdaut und ausgenutzt. Die Folge ist, daß an Stelle der Nahrungsstoffe die kraftgebenden Stoffe des Muskelgewebes selbst angegriffen und verbrannt werden. Während ein Zuwachs an kraftgebendem, lebenden Gewebe stattfinden sollte, tritt umgekehrt Verbrauch an solchen ein: die Folge ist Abnahme der erworbenen Muskelkraft und Leistungsfähigkeit.

2. Durch nervöse Reizbarkeit. Die strenge Unterordnung unter die Vorschriften des Tränierens, die Umstimmung in der Ernährung und dem Stoffwechsel des Körpers sind meist begleitet von einer zunehmenden Erregbarkeit des Nervensystems. Zu dieser vermehrten Reizbarkeit tritt beim Zustand des Übertränіertseins hinzu das Gefühl von Mattigkeit, Muskelschwäche und Ermüdung.

Nervöse Reizbarkeit und Schwäche.

Es ist geboten, sobald die ersten Anzeichen des Übertränіertseins sich einstellen, mit den Übungen des Tränierens aufzuhören, um durch Ruhe und gute Kost das Gleichgewicht des Stoffwechsels wieder zu gewinnen und der Nervenschwäche Herr zu werden.

Anhang.

Die Organe der Harnausscheidung.

Harn und Harnorgane.

§ 191. Allgemeines über den Harn und die Harnorgane.

Wie der Schweiß, so wird auch der Harn aus dem Blute ausgeschieden.

Harn und seine Menge.

Der Harn ist eine Flüssigkeit, welche organische und anorganische Stoffe (letztere meist Salze) in wechselnder Menge gelöst enthält. Die tägliche Harnmenge beträgt im Durchschnitt beim Manne 1000—1500 ccm, beim Weibe 900—1200 ccm in 24 Stunden.

Die Harnmenge wird vermindert, wenn größere Flüssigkeitsmengen auf anderm Wege, und zwar durch starke Schweiße oder mäßigen Durchfall ausgeschieden werden. Zwischen der Harn- und Schweißabsonderung findet also eine Art von Wechselbeziehung statt insofern, als die Harnmenge sinkt und konzentrierter wird bei starkem Schweißverlust, dagegen steigt und wässriger wird bei Schweißmangel. —

Ferner wird die Harnmenge eine geringere bei Abnahme des Blutdrucks, eine größere bei Steigerung des Blutdrucks. Sie nimmt ferner zu bei reichlichem Übergang löslicher Stoffe in den Harn, namentlich des Harnstoffs bei stickstoffreicher Nahrung. Auch bestimmte seelische Einwirkungen, namentlich freudige Aufregungen, vermögen die Harnmenge zu steigern.

Die Farbe des Harns ist je nach der Menge der in ihm gelösten Stoffe fast wasserklar, blaßgelb oder dunkler bis zur braunroten Tönung. Sind namentlich die Salze im Harn sehr reichlich enthalten, so trübt sich der Harn beim Erkalten, und ein Teil der Salze fällt als Niederschlag zu Boden.

Von den organischen Stoffen des Harns ist weitaus der wichtigste der stickstoffhaltige Harnstoff, das Endprodukt des Stoffwechsels der Eiweißkörper der Nahrung. Die Menge des ausgeschiedenen Harnstoffes beträgt etwa 40 Gramm in 24 Stunden beim Erwachsenen, und wächst bei besonders eiweißreicher Nahrung. Wurden die Eiweißstoffe im Körper nur unvollkommen verbrannt, so erscheinen im Harn Harnsäure und (in geringen Mengen) eine Reihe anderer stickstoffhaltiger Körper. Die Harnsäure tritt namentlich bei der Gicht reichlicher im Harn auf.

Harnstoff.

Harnsäure.

Von anorganischen Stoffen sind im Harn namentlich enthalten Kochsalz, sowie phosphorsaure und schwefelsaure Salze. —

Die Absonderung des Harns aus dem Blute findet in den Nieren statt; der Harn wird dann weiter durch die Harnleiter zur Harnblase (oder Blase schlechtweg) geleitet, wo er sich ansammelt, und von wo er zeitweilig, nachdem sich eine gewisse Menge angesammelt hat, durch die Harnröhre entleert wird.

Die Nieren.

§ 192. Die Nieren. (Fig. 319.)

Die Nieren sind zwei große Drüsen von bohnenförmiger Gestalt, welche auf der Rückenfläche der Bauchwand zu beiden Seiten der Wirbelsäule in der Höhe des ersten bis dritten Lendenwirbels gelegen sind. Der ausgeschnittene Rand der Nieren

sieht nach einwärts. In diesem Ausschnitt, der Nierenpforte, münden die großen Schlagadern der Niere, und treten aus die Nierenvenen sowie die Harnleiter. Die Nieren sind umgeben von starkfetthaltigem Bindegewebe, der Nierenkapsel. Auf dem obern Teil der Nieren sitzen kappenartig zwei Blutgefäßdrüsen, die Nebennieren auf, deren Bestimmung zweifelhaft ist.

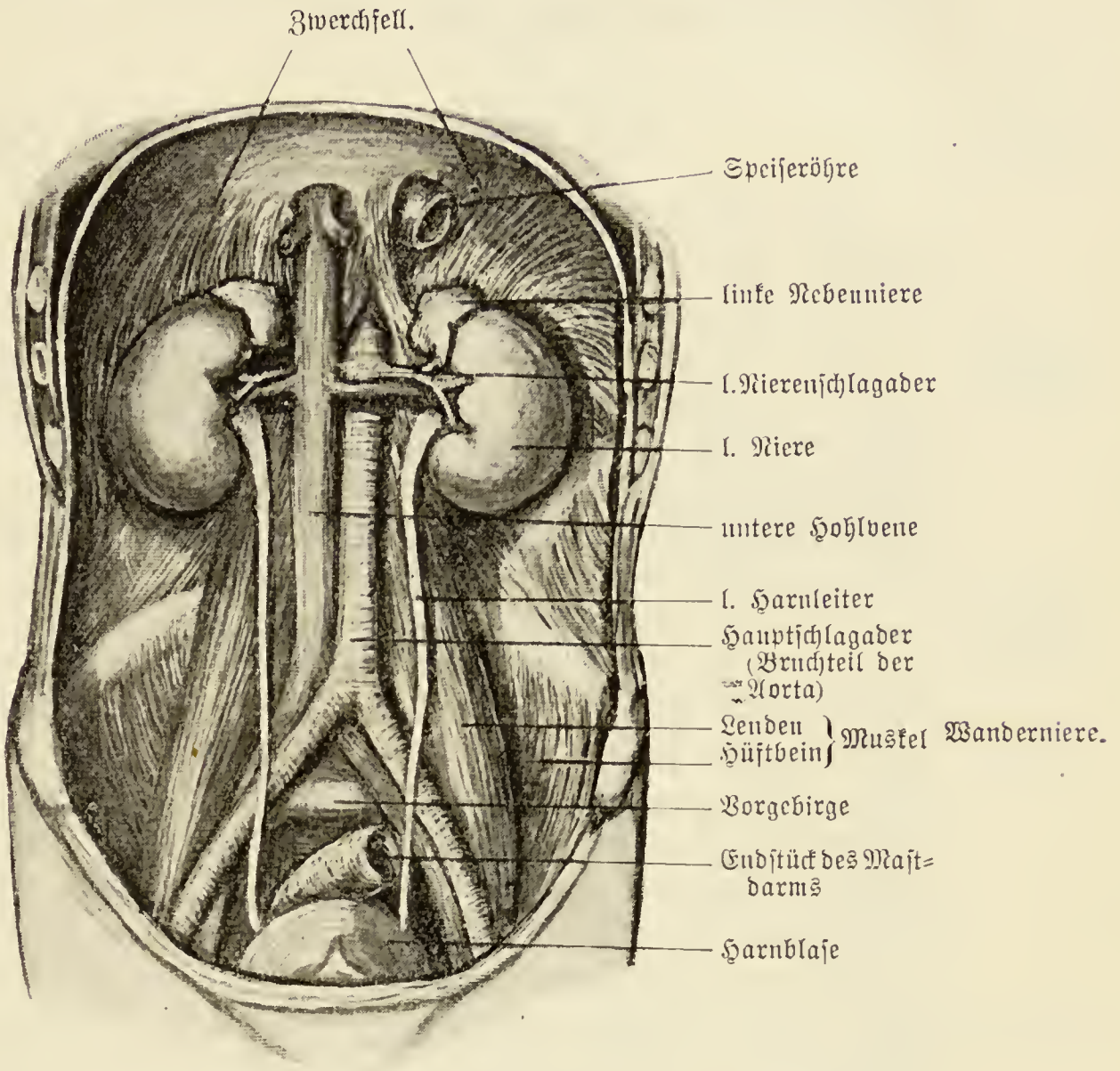


Fig. 319. Die hintere Wand der Bauchhöhle mit den Harnorganen nach Entfernung der Gedärme und der Leber.

Die Nieren können in seltenen Fällen, bei ungenügender Widerstandskraft der Fettkapsel der Niere, ihren Platz verlassen und sich abwärts senken. Diese Lageveränderung, die man als Wanderniere bezeichnet hat, ruft eine Reihe krankhafter Beschwerden hervor. Es sei dies deshalb erwähnt, weil in neuester Zeit eine Berliner Ärztin die Hangübungen beim Mädchenturnen beschuldigte, die Entstehung der Wanderniere zu begünstigen. Dieser Vorwurf beruht indes auf unrichtigen anatomischen Vorstellungen. Eine Zerrung des Gewebes der Fettkapsel, mittels dessen die Nieren an die hintere Bauchwand angeheftet sind, findet durch die Hangübungen am Reck und an den Schaukelringen keineswegs statt. Das thatsächliche Bestehen einer Wanderniere ist schwer zu erkennen, und der zweifellose Nachweis dafür, daß je diese Erkrankung durch solche Hangübungen herbeigeführt wurde, ist nicht geliefert.

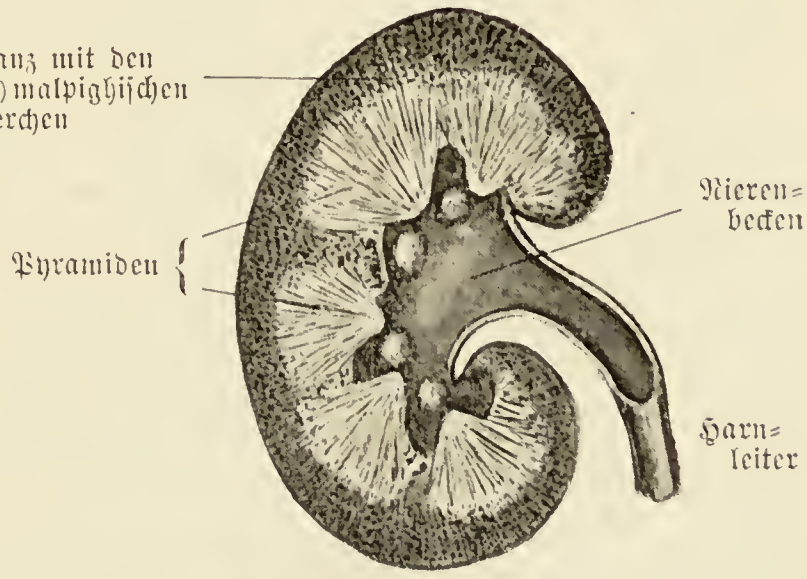


Fig. 320. Durchschnitt durch eine Niere.

Malpighische Körperchen.

Das Gewebe der Niere besteht aus einer großen Menge dünner Kanälchen, den Harnkanälchen, welche teils geschlängelt, teils in langen gestreckten Schleifen verlaufen. Das blinde Anfangsstück dieser Kanälchen umfaßt jedesmal kapselartig einen Knäuel von Haargefäßen der Nierenschlagader im Rindenabschnitt jeder Niere, und durch diese Gefäßknäuel oder malpighischen Körperchen wird aus dem Blut das Wasser nebst einem Teile der Salze des Harns hindurchgepreßt, während die anderen Harnbestandteile, namentlich der Harnstoff, von den Wänden der Harnkanälchen

abgesondert werden. Die sämtlichen Harnkanälchen münden an der Nierenpforte in einen häutigen Behälter, das Nierenbecken, welches sich trichterförmig verengernd in den Harnleiter fortsetzt (Fig. 320).

Nierenbecken.

§ 193. Harnleiter und Harnblase.

Die beiden Harnleiter sind zwei dünne Röhren, welche neben der Wirbelsäule jederseits zum kleinen Becken hinabziehen, um in den untersten Abschnitt der Blase, den Blasengrund, den sie schief durchbohren, einzumünden.

Harnleiter und Harnblase.

Die Harnblase ist ein eiförmiger, häutig muskulöser Behälter, hinter der Schamfuge gelegen. Nur bei stark gefüllter Blase erhebt sich dieselbe über den obern Rand der Schamfuge. In der Wand der Harnblase befindet sich eine Schicht von organischen Muskeln, welche in verschiedenen Richtungen sich kreuzend, durch ihre Zusammenziehung den Inhalt der Harnblase unter starkem Druck durch die Harnröhre hinauszupressen vermögen (s. Fig. 213). An der Übergangsstelle der Harnblase in die Harnröhre, dem Blasenhals, befinden sich stärker angehäuft ringförmige Muskelfasern, welche als Schließmuskeln der Blase den Abfluß des Harns verhindern. Bei stärkerer Füllung der Blase ziehen sich die Muskelfasern der Blase zusammen, und erzeugen so ein allmählich stärker werdendes Druckgefühl. Durch willkürlich festere Zusammenziehung des Schließmuskels vermag man bis zu einem gewissen Grade diesem Drängen entgegenzuwirken, und vorzeitige Entleerung der Harnblase hintanzuhalten. Erst mit Nachlassen der Zusammenziehung des Schließmuskels vermag der Muskeldruck der Blasenwand den Widerstand zu überwinden, und den Harn durch die Harnröhre nach außen zu pressen. Die Harnröhre ist beim Manne etwa 15—18 cm lang. Ihr der Blase zunächst gelegener Teil ist umgeben von der kastanienförmigen Vorsteherdrüse. Beim Weibe ist die Harnröhre erheblich kürzer, und nicht länger als 1,5—2 cm.

VII.

Das Nervensystem.

A. Allgemeine Nervenlehre. Hirn und Rückenmark.

§ 194. Aufgabe des Nervensystems.

Aufgabe des Nervensystems.

Zweierlei Formelemente setzen im wesentlichen unser Nervensystem zusammen:

Ganglienzellen.

1. Zellen, die wir als Nervenzellen oder Ganglienzellen bezeichnen. Dieselben sind vor allem angehäuft in der sogenannten grauen Substanz der nervösen Zentralorgane, nämlich des Hirns und des Rückenmarks. Ganglienzellen kommen aber auch außerhalb der Zentralorgane in zahlreichen Knotenpunkten des Nervensystems vor. Solche Ganglienknoten finden sich besonders gehäuft in dem sympathischen Nervengeflecht.

Nervenfasern.

2. Fasern, welche die sogenannte weiße Substanz der Zentralorgane bilden, und als periphere Nerven aus Hirn und Rückenmark heraustretend in Form von gröberen, feineren oder feinsten Fäden sich im ganzen Körper allenthalben verzweigen.

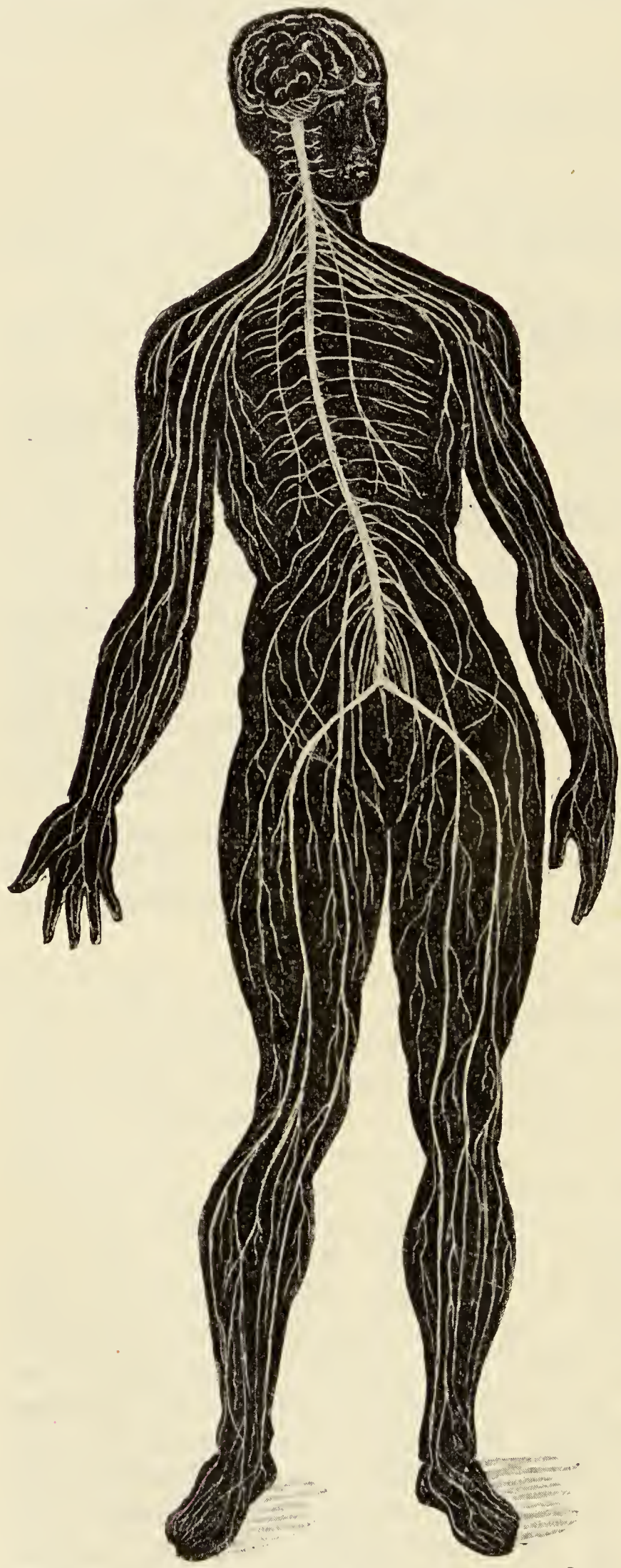
Thätigkeit des Nervensystems.

Die eigentlichen Herde des Nervenlebens sind die Nervenzellen, während die Nervenfasern lediglich verknüpfende Leitungsorgane bilden. Die Nervenfasern, oder Nerven schlechtweg, leiten von den Sinnesorganen ausgehende Eindrücke zu den Nervenzellen der Zentralorgane, und hier werden jene Eindrücke zur bewußten Empfindung. Umgekehrt leiten die Nerven Erregungen von den Nervenzellen hin zu den Muskeln und veranlassen diese zur Arbeit, zur Zusammenziehung. Die Nervenfasern sind also gewissermaßen die Telegraphendrähte; sie übermitteln der Zentralstation diejenigen Nachrichten, welche von den Außenstationen der Sinnesorgane — der Organe des Gefühls, Gesichts, Gehörs, Geruchs und Geschmacks — über den Zustand und die Beschaffenheit der Dinge der Außenwelt, wie des Körpers selbst einlaufen. Hält die Zentralinstanz, welche in bestimmten Nervenzellen ihre Geschäftsstätte aufgeschlagen hat, dafür, daß auf Grund jener eingelaufenen Nachrichten bestimmte Maßnahmen, Ortsveränderungen des Körpers oder einzelner Teile desselben erfolgen müssen, so werden die nötigen Befehle, Anregungen oder, wie wir sie oben schon genannt, Reize den Nerven entlang hinunter geschickt zu den ausführenden Organen, den Muskeln. Wir sehen also, daß in den Nerven entweder Erregungen von außen, d. h. von den Sinnesorganen zu den Zentralorganen hingeleitet werden, oder umgekehrt von den Zentralorganen hinausgehen zu den Bewegungsorganen, den Muskeln. Wir unterscheiden demgemäß nach der Richtung ihrer leitenden Thätigkeit zweierlei Arten von Nerven: 1. Empfindungsnerven und 2. Bewegungsnerven. Laufen Empfindungsnerven und Bewegungsnerven vereint in größeren Nerven-

Empfindungs- und Bewegungsnerven.

bündeln oder Nervenstämmen — ähnlich zahlreichen in einem Kabel vereinten Telegraphendrähten —, so heißen solche: gemischte Nerven.

Vorgänge im Zentralnervensystem.



Unwillkürliche Bewegungsvorgänge.

Fig. 321. Übersicht des Nervensystems des Menschen. — In der Schädelhöhle das Gehirn, in der Axe des Rumpfes das Rückenmark. Davon ausgehend die peripheren Rückenmarksnerven.

Der Sitz der Empfindung wie der willkürlichen Bewegungen befindet sich also in den Nervenzellen der Zentralorgane. Stoffliche Vorgänge in den Zellen der grauen Substanz des Gehirns sind es, welche alle seelischen Thätigkeiten begleiten; bei starker geistiger Thätigkeit ist das Gehirn blutreicher und sein Stoffwechsel ein lebhafterer. Wie der Muskel durch Ermüdungsstoffe leistungsunfähiger wird, so wird auch unsere geistige Leistungsfähigkeit durch Anhäufung von Ermüdungsstoffen im Gehirn herabgesetzt. Bestimmte Stoffe, in den Kreislauf eingeführt, vermögen unsere seelischen Empfindungen zu steigern, zu erregen, oder den Geist zu trüben und einzuschläfern (Alkohol, Äther, Morphium ꝛc.). Für unsere Erfahrung besteht keine Seelenthätigkeit ohne das Vorhandensein lebender Nervensubstanz. Dagegen ist uns jede Vorstellung darüber, wie die geistigen Vorgänge mit den stofflichen Erscheinungen in den Zellen der grauen Hirnsubstanz verknüpft sind, versagt. „Welche denkbare Verbindung", sagt Du Bois-Reymond in seiner berühmten Rede über die Grenzen des Naturerkennens (1872), „besteht zwischen bestimmten Bewegungen bestimmter Atome in meinem Gehirn einerseits, andererseits den für mich ursprünglichen, nicht weiter definierbaren, nicht wegzuleugnenden Thatsachen: ‚ich fühle Schmerz, fühle Lust; ich schmecke süß, rieche Rosenduft, höre Orgelton, sehe Rot', und der ebenso unmittelbar daraus fließenden Gewißheit: ‚Also bin ich'?" —

Die Aufgabe des Nervensystems ist indes mit den vorbeschriebenen Thätigkeiten noch nicht erschöpft. Wir haben früher gesehen, daß unser Herzschlag und unser Atemgang aus rhythmischen Muskelbewegungen bestehen, die in stetem Gang unwillkürlich erfolgen. Aber nicht ohne Nerventhätigkeit. Denn auch hier sind es Nervenzellen, welche auf dem Wege von Nervenfasern

Reize zur Herzmuskulatur wie zu den Atemmuskeln entsenden und so deren Arbeit veranlassen. In gleicher Weise stehen unter dem Einfluß unwillkürlich sich auslösender Nervenvorgänge die mannigfaltigen Muskelthätigkeiten, welche in den Wänden der Blutgefäße, des Verdauungsschlauches, der Harn- und Geschlechtsorgane, der Ausführungsgänge der Drüsen usw. sich abspielen. Auch die Absonderungen der Drüsen vollziehen sich unter dem Einfluß unwillkürlicher Nervenanregung. Inwieweit endlich die Vorgänge der Ernährung, d. h. des Stoffansatzes, der Nerventhätigkeit bedürfen und von solcher beeinflußt werden, steht im vollen Umfange noch nicht fest.

Spielen sich die vorbenannten rein unwillkürlichen Thätigkeiten des Nervensystems meist im System der sympathischen Nervenzellen und Nerven ab, so haben im Rückenmark vorzugsweise ihre vermittelnde Stelle die sogenannten Reflexe. Reflexbewegung. Wir verstehen unter Reflexen unwillkürliche, oft recht umfangreiche Bewegungen, die aus Anlaß einer Gefühlsempfindung sich vollziehen, z. B. Husten nach Reiz der Kehlkopfschleimhaut, Niesen nach Reizung der Nasenschleimhaut, Brechbewegung nach Kitzeln des Schlundes usw.

Ein Grenzgebiet zwischen rein willkürlichen und unwillkürlichen Bewegungen bilden endlich die halbautomatischen Bewegungen. Ursprünglich nur willkürliche, meist in rhythmischem Gleichmaß sich wiederholende geordnete Bewegungen, sind sie durch häufigste Wiederholung schließlich unserm Bewegungsapparat so geläufig geworden, daß sie auf leichten Willensanstoß hin so gut wie von selbst erfolgen, d. h. halbautomatisch werden. Hierhin gehört z. B. das Gehen. — Halbautomatische Bewegung.

Mit Rücksicht auf diese Fülle von Thätigkeiten hat man das Gesamtnervensystem eingeteilt in 1. das animale Nervensystem, welches aus Hirn und Rückenmark besteht, also das Organ des Seelenlebens enthält und die mit Bewußtsein verbundenen Empfindungen und Bewegungen vermittelt. Letztere stufen sich dabei von rein willkürlichen Bewegungen ab zu halbautomatischen und Reflexbewegungen. Animales Nervensystem.

2. Das vegetative Nervensystem, besteht aus dem sympathischen Nervengeflecht und regt die in der Regel ohne Einfluß des Bewußtseins waltenden Thätigkeiten der Absonderung, der Ernährung und die damit verbundenen unwillkürlichen Bewegungen an. Vegetatives Nervensystem.

Zwischen diesen beiden Systemen bestehen die mannigfachsten Verknüpfungen und Übergänge, so daß eine Scheidung nicht immer durchführbar ist.

§ 195. Bau der Nervenfasern.

Bau der Nervenfasern.

Eine jede Nervenfaser setzt sich zunächst zusammen aus außerordentlich feinen, erst bei 500—800facher Vergrößerung erkennbaren Fäserchen, den Primitivfibrillen. Isoliert kommen solche nur vor in den letzten Endausbreitungen der Nerven, sowie in den feinsten Ausläufern der Ganglienzellen.

Im übrigen sind diese Fibrillen stets zu Bündeln nebeneinander vereinigt. Wir nennen solche Bündel, welche den eigentlich leitenden Teil und den Kern des Nerven darstellen, Achsencylinder (Fig. 322). Der Achsencylinder zeigt bei starker Vergrößerung eine zarte Längsstreifung als Andeutung der Fibrillen, welche ihn zusammensetzen. Nerven, welche nur aus einem Achsencylinder bestehen, nennt man nackte Achsencylinder. Meist ist der Achsencylinder umgeben von einer schützenden und ernährenden röhrenförmigen Hülle, der Mark-

Primitivfibrillen.

Achsencylinder.

Fig. 322. Auflösung eines Achsencylinders (Riechnerv), in Primitivfibrillen. Starke Vergrößerung.

Markscheide. scheide. Dieselbe besteht aus einer fettigen, halbflüssigen, stark lichtbrechenden Substanz. Nur mit einer Markscheide umhüllte Achsencylinder kommen namentlich in der weißen Substanz der Zentralorgane vor. Bei denjenigen Nerven, welche von Hirn und Rückenmark ausgehen und im Körper sich verzweigen, ist die Markscheide noch von einer weiteren Hülle umgeben: der zarten, kernhaltigen sogenannten Schwannschen Scheide (Fig. 323). Es giebt endlich auch markloſe, aus einem nackten Achsencylinder bestehende Nerven, welche aber von einer solchen Schwannschen Scheide umgeben sind.

Schwannsche Scheide.

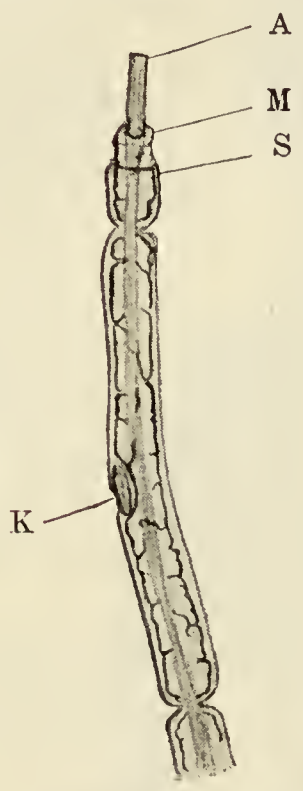


Fig. 323. Markhaltiger Nerv. A Achsencylinder; M Markscheide; S Schwannsche Scheide; K Kern derselben. Starke Vergrößerung.

Die Mehrzahl der Nerven besteht aus Achsencylinder, Markscheide und Schwannscher Scheide. Solche Nervenfasern treten nun wieder zu größeren Nervenbündeln zusammen, die zusammengehalten werden von einer starken häutigen Hülle, der Nervenscheide. Dabei geht jede Nervenfaser als ununterbrochene Leitung — wie die zu einem Kabel verbundenen Telegraphendrähte — durch, bis zur Endigung im Muskel oder in einem Sinnesorgan (Fig. 324). Die Bewegungsnerven der Nervenbündel verzweigen sich baumförmig in den Muskeln; die feinsten Nervenendäste münden in dem Nervenendhügel der Muskelfasern, um mit letzteren zu verschmelzen (s. o. § 65).

Nervenbündel.

Die Sinnesnerven enden auf verschiedenste Weise: in der Haut, namentlich in den Tastkörperchen; ferner in der Netzhaut des Auges, im Labyrinth des Ohres, in der Nasenschleimhaut, sowie in den Geschmackswärzchen der Zunge. Wir werden auf einzelnes unten noch zurückkommen.

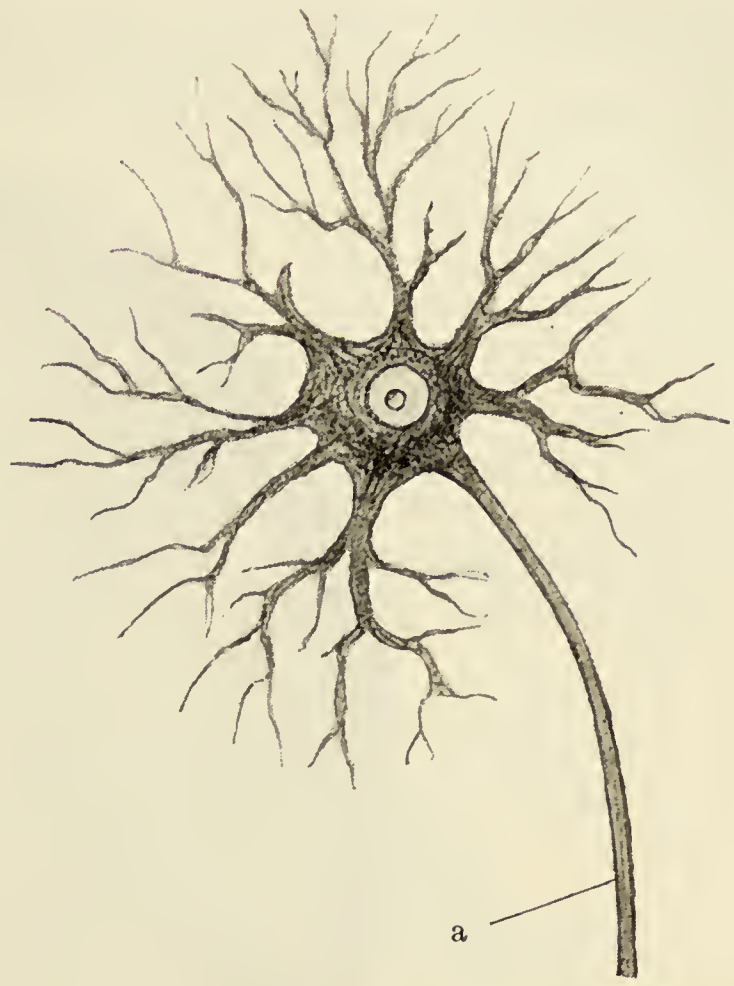
Fig. 324. Querschnitt durch ein Nervenbündel. — Sn Nervenscheide; Nq die zu Bündeln vereinten Nervenfasern im Querschnitt.

§ 196. Die Nervenzellen.

Nervenzellen.

Die Nerven- oder Ganglienzellen sind außerordentlich vielgestaltig und von verschiedenster Größe. So sind die Ganglienzellen in den Vorderhörnern des Rückenmarks außerordentlich groß und können an gefärbten Querschnitten des Rückenmarks schon mit bloßem Auge als feine Pünktchen wahrgenommen werden. An anderen Stellen werden sie wesentlich kleiner (Fig. 325).

Die Nervenzellen haben einen, zwei oder mehrere Fortsätze. Namentlich zahlreiche Fortsätze, welche der Ganglienzelle ein sternförmiges Aussehen geben, finden sich bei den Zellen im Rückenmark und an vielen Stellen des Groß- und Kleinhirns. Neben den sich sonst bis zu feinsten Fasern oder Fibrillen verzweigenden Fortsätzen findet sich bei den Nervenzellen des Rückenmarks stets ein unverästelter Fortsatz, welcher Achsencylinderfortsatz heißt, im weiteren Verlauf eine Markhülle erhält und dann eine markhaltige Nervenfaser darstellt. Wir haben hier also die Ursprungsstelle einer Nervenfaser vor uns. Bei stärkerer Vergrößerung und geeigneter Färbung der Ganglienzelle mit bestimmten chemischen Flüssigkeiten gewahrt man unter dem Mikroskop, daß der Zellkörper und ebenso die Fortsätze von feinsten Fibrillen durchzogen sind, zwischen welchen sich eine körnige Substanz befindet. Die Nervenzellen stellen also gewissermaßen Stationen dar, durch welche die Fibrillen der Nerven hindurchziehen. Durch die feinen Verästelungen der Fortsätze stehen die Ganglienzellen mit benachbarten Zellen in Verbindung.



Achsencylinderfortsatz.

Fig. 325. Ganglienzelle aus dem Vorderhorn des Rückenmarks. a Achsencylinderfortsatz. — Vergrößerung 300.

§ 197. Das Gehirn.

Gehirn.

Das Gehirn füllt die gesamte Schädelhöhle aus und hat in seiner Hauptmasse eine halbkugelförmige Gestalt. Am Schädelgrund geht es durch das verlängerte Mark unmittelbar über in das Rückenmark, welches eine strangförmige Verlängerung des Hirns darstellt.

Das Gehirn zeigt einen nach rechts und links symmetrischen Bau. Eine Querfurche, am hinteren Teil der halbkugeligen Oberfläche gelegen, teilt das Gehirn in einen vorderen und größeren Abschnitt: das Großhirn, und einen hinteren und unteren Abschnitt: das Kleinhirn. Großhirn und Kleinhirn sind durch einen an der Unterfläche des Hirns, der Hirnbasis gelegenen Hirnteil, die Brücke (oder Varolsbrücke) miteinander verbunden (Fig. 326). Beim Anblick von oben wird das Kleinhirn des Menschen von dem hinteren Abschnitt des Großhirns, vom Hinterlappen vollkommen bedeckt.

Großhirn und Kleinhirn.

Eine tiefe Längsfurche, die Mittelspalte, in der Mittellinie von vorn nach hinten laufend, trennt zunächst das Großhirn in die beiden Halbkugeln oder Hemisphären. Dieselben sind in der Mitte durch den Balken, sowie an der Hirnbasis durch die Varolsbrücke miteinander verbunden.

Unvollkommener ist die Trennung des Kleinhirns, indem die Furche hier flacher ist. In der Längsfurche an der Unterfläche des Kleinhirns liegt das verlängerte Mark.

An den Halbkugeln des Großhirns unterscheiden wir je drei Flächen: eine flache untere, der Schädelbasis aufliegend, eine ganz flache innere, welche der Mittelspalte zugekehrt ist und eine seitliche, konvex gewölbte Fläche. Die Oberfläche der

Halbkugeln des Großhirns.

beiden Halbkugeln zeigt eine große Zahl von wulstförmigen verschlungenen Erhabenheiten, die Hirnwindungen, durch Furchen voneinander getrennt, im Aussehen einem Pack von Gedärmen ähnelnd. Am Kleinhirn sind diese Furchen schmal, ver-

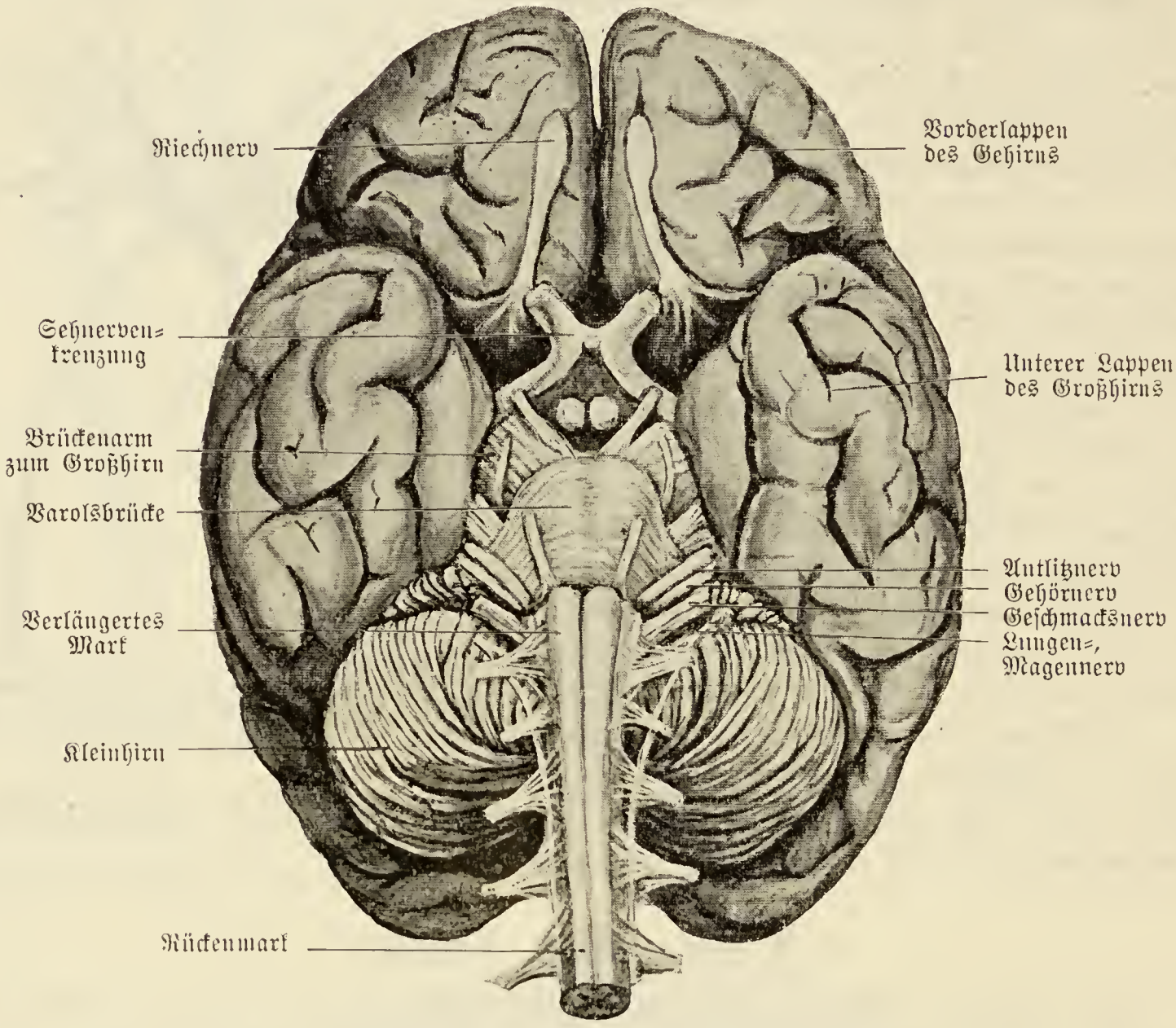


Fig. 326. Ansicht des Gehirns von unten mit den Ursprüngen der Gehirnnerven.

laufen parallel von einer Kleinhirnhälfte über das Verbindungsstück hinweg zur andern und geben dem Kleinhirn ein querstreifiges Ansehen (Fig. 327).

Innerhalb der beiden Halbkugeln des Großhirns befinden sich zwei mit Flüssig-
Hirnhöhlen. keit gefüllte Hohlräume, die beiden seitlichen Hirnhöhlen. Eine dritte Hirnhöhle

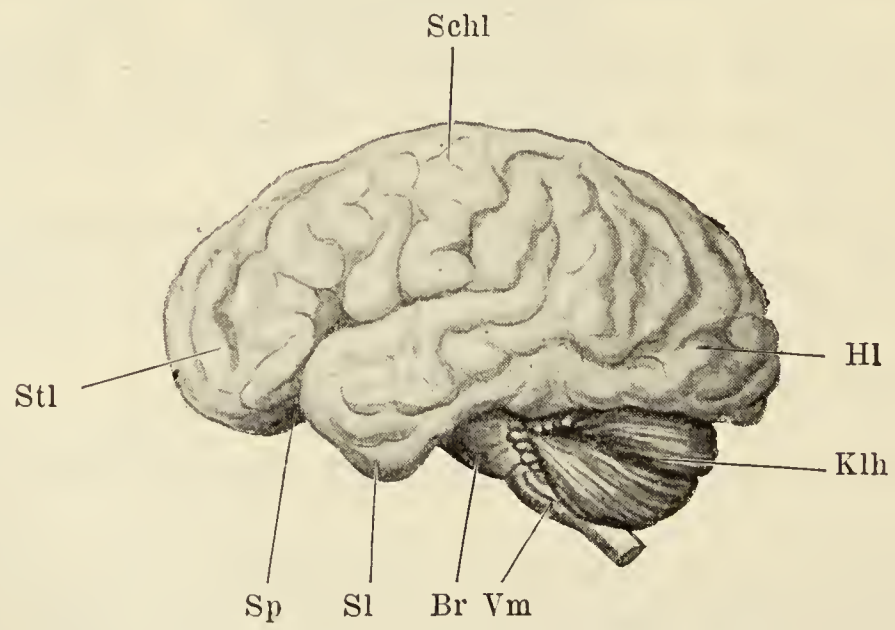


Fig. 327. Seitenansicht des Gehirns. Stl Stirnlappen; Schl Scheitellappen; Sl Schläfelappen; Sp Sylvische Spalte; Hl Hinterlappen; Klh Kleinhirn; Br Brücke; Vm Verlängertes Mark.

befindet sich unter dem Balken, während eine vierte sich zwischen Unterfläche des Kleinhirns und oberer Fläche des verlängerten Markes befindet.

Die Oberfläche der Halbkugeln des Großhirns zerfällt in je fünf Lappen: 1. der Stirnlappen, hinter dem Stirnbein gelegen und dem Dach der Augenhöhlen aufliegend; 2. der Schläfelappen, von dem Stirnlappen durch die tiefe Sylvische Spalte getrennt; 3. der Mittel- oder Scheitellappen, unter den Scheitelbeinen gelegen; 4. der Hinterlappen, nach hinten des Kleinhirn überragend; 5. der Stammlappen (auch Insel genannt), in der Tiefe der Sylvischen Spalte. Hirnlappen.

Wie oben dargelegt, besteht das Hirn aus einer weißen Substanz, die lediglich Züge von Nervenfasern enthält, und einer graurötlich gefärbten sogenannten grauen Substanz, deren hervorragendsten Bestandteil die Nerven- oder Ganglienzellen bilden. Da die Nervenzellen die eigentlichen Herde des Nervenlebens bilden, so beansprucht die Entwicklung und Ausdehnung der grauen Substanz besonderes Interesse. Verteilung der grauen und weißen Substanz.

Fig. 328. Querschnitt des Gehirns in der Richtung von links nach rechts. Die graue Substanz der Rinde und der Herde im Inneren dunkler getönt.

Im Großhirn bildet die graue Substanz vor allem eine etwa kleinfingerdicke Schicht, welche die gesamte Oberfläche des Großhirns überzieht. Je zahlreicher die Windungen der Halbkugeln des Großhirns und je tiefer die trennende Furche, um so größer ist die Flächenausdehnung und die Masse der Großhirnrinde. Außerdem kommen im Großhirn noch besondere stärkere Herde von grauer Substanz im Innern der Halbkugeln vor und zwar um die Hirnhöhlen gelagert (Höhlengrau oder Gehirnganglien).

Im Kleinhirn bildet die graue Substanz ebenfalls die Rinde. Letztere ist indes nicht gradlinig gegen die weiße Substanz abgesetzt. Vielmehr zeigt sich auf dem Durchschnitt, daß die weiße Substanz baumförmig verzweigt in die graue hineinragt, eine zierliche Figur bildend, welche als Lebensbaum bezeichnet wird (Fig. 297). Sie erinnert in ihrer Form an die rundlich zackigen Blätter der immergrünen Thuja occidentalis oder des Lebensbaums.

Als verlängertes Mark bezeichnen wir das noch in der Schädelhöhle befindliche, durch das große Hinterhauptsloch in das Rückenmark sich fortsetzende Übergangsstück. Dasselbe zeigt eine vordere und hintere Längsfurche. Die Faserzüge Verlängertes Mark.

des verlängerten Marks kreuzen sich zum Teil und zwar sind es die beiderseits der vorderen Längsfurche zunächstliegenden sogenannten Pyramidenstränge, welche ihre Fasern nach der andern Seite hinüberschicken. Da diese Fasern nach oben zur grauen Hirnrinde, wo der Ausgangspunkt der willkürlichen Bewegungen sich befindet, nach abwärts zum Rückenmark verlaufen und dort mit den Bewegungsnerven der Muskulatur des Körpers Verbindung haben, so erklärt es sich, daß Zerstörungen der Hirnsubstanz auf einer Seite Lähmungen der Muskulatur auf der entgegengesetzten Körperhälfte zur Folge haben. Blutungen (infolge von Schlagfluß), z. B. in der linken Großhirnhemisphäre können Lähmung des rechten Arms und des rechten Beins nach sich ziehen.

Zwischen dem Kleinhirn und der oberen Fläche des verlängerten Marks befindet sich die vierte Hirnhöhle. Am Boden derselben bilden die hier verlaufenden Rautengrube. Faserstränge eine rautenförmige Figur, die Rautengrube. Der vordere spitze, dem Großhirn zugewendete Winkel dieser Rautengrube steht in Verbindung mit der dritten Hirnhöhle, der hintere spitze, dem Rückenmark zugewendete Winkel, auch „Schreibfeder" genannt, steht in Verbindung mit dem Zentralkanal des Rückenmarks. Der Boden der Rautengrube ist mit einer Schicht grauer, von queren weißen Streifen durchsetzten Substanz belegt. Diese Stelle hat als Ursprungsort des die Herzbewegung regulierenden und die Atemthätigkeit beeinflussenden 10. Hirnnerven eine ganz besondere Bedeutung. Namentlich liegt zu beiden Seiten der hintern Spitze der Atmungscentrum. Rautengrube das Zentrum für die unwillkürliche Atemthätigkeit. Diese Stelle heißt der Lebensknoten (von dem Entdecker Flourens als „Noeud vital" bezeichnet). Zerstörung dieser Stelle des verlängerten Marks hat sofortiges Aufhören der Atembewegungen und damit den Tod zur Folge.

Das Rückenmark.

§ 198. Das Rückenmark.

Das mit seinen Häuten den Wirbelkanal bis zur Lendenwirbelsäule ausfüllende Rückenmark ist ein langes strangförmiges Gebilde von platt cylindrischer Form. Da, wo die starken Nerven für die oberen und die unteren Gliedmaßen abgehen, in der Gegend der letzten Halswirbel-, sowie des letzten Brust- und ersten Lendenwirbels ist es stärker als an dem oberen Hals- und dem Bruststück, und bildet eine Hals- und eine Lendenanschwellung. Das Rückenmark endet kegelförmig. Ein Büschel von Nerven füllt den Wirbelkanal der Lendenwirbel aus (als „Pferdeschweif" bezeichnet); ein Endfaden läuft bis in den Kreuzbeinkanal hinab.

Eine vordere und eine hintere Furche teilt das Rückenmark in seiner ganzen Länge in zwei halbcylindrische Seitenhälften. Die Mitte derselben hängt durch einen schmalen Verbindungsteil, die Querkommissur, zusammen. In der Mitte dieser verläuft durch die ganze Länge des Rückenmarks ein feiner Kanal, der Centralkanal. kanal. Derselbe mündet nach oben, wie wir sahen, am hinteren Winkel der Rautengrube in die vierte Hirnhöhle. Der Centralkanal steht somit in Verbindung mit den Hirnhöhlen. Dies ist begründet durch die Entwicklung des Gehirns und des Rückenmarks, welche aus einer cylindrischen Rinne, die sich später zu einem Rohr schließt, entstehen. Drei Blasen, zu denen sich das Kopfende dieses Rohrs erweitert, bilden die erste Anlage des Gehirns.

Graue und weiße Substanz. Anders wie im Gehirn, sind im Rückenmark die graue und weiße Substanz verteilt, indem im Rückenmark die graue Substanz im Innern liegt und den Zentralkanal umgiebt, während die weiße Substanz die Rinde bildet. Auf einem Querschnitt des Rückenmarks gewahrt man im Verbindungsteil der beiden durch die vordere und

die hintere Furche geschiedenen Seitenhälften den feinen Centralkanal, und um diesen, eine etwa x-förmige Figur darstellend, die graue Substanz. Die nach vorn gehenden Schenkel dieser x-förmigen Figur, die Vorderhörner, enden breit und kolbig, die nach hinten gehenden Schenkel, die Hinterhörner, sind spitz ausgezogen. Die aus den Vorderhörnern entspringenden Nervenfasern sind Bewegungsnerven, die aus den Hinterhörnern entspringenden Empfindungsnerven. Die in den Vorder- und Hinterhörnern liegenden Nervenzellen, welche mit diesen Nervenfasern in Verbindung stehen, sind groß, sternförmig und reich verästelt. Die seitlich aus dem Rückenmark austretenden vordern und hintern Nervenfasern oder Nervenwurzeln vereinen sich beiderseits noch innerhalb der Zwischenwirbellöcher und gehen von da als gemischte Nerven zur rechten oder linken Körperseite.

Vorder- und Hinterhörner.

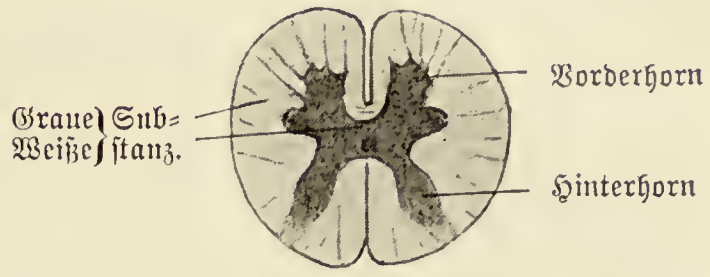


Fig. 329. Querschnitt des Rückenmarks.

Vordere und hintere Nervenwurzeln des Rückenmarks.

Durchschneidet man bei einem Tiere die vorderen Nervenwurzeln des Rückenmarkes auf einer Seite, so wird die Muskulatur der ganzen betreffenden Körperseite gelähmt, während die Empfindung fortbesteht. Durchschneidet man auf der andern Seite die hintern Nervenwurzeln, so erlischt die Empfindung auf der betreffenden Körperseite. Es war der englische Physiologe Bell, welcher 1814 dieses bedeutsame Gesetz entdeckte.

Bellsches Gesetz.

§ 199. Häutige Hüllen des Hirns und des Rückenmarks.

Häutige Hüllen des Gehirns und des Rückenmarks.

Gehirn und Rückenmark sind mit mehreren häutigen Hüllen umgeben, welche die Centralorgane in der Schädelhöhle und im Wirbelkanal befestigen, sowie Träger der zuführenden ernährenden und der ableitenden Blutgefäße sind.

Zunächst an die Knochenwände der Schädelhöhle und des Wirbelkanals legt sich an die harte Hirnhaut (dura mater), welche sackartig das Gehirn umhüllt, auf das Rückenmark übergeht und als Blindsack in der Lendenwirbelsäule endet.

Harte Hirnhaut.

Am Hirn sendet die harte Hirnhaut stark vorspringende Fortsätze, in Form häutiger fester Platten, in die großen Trennungsfurchen und zwar in die Mittelspalte zwischen den beiden Großhirnhemisphären die Hirnsichel, die sich vom Hahnenkamm des Siebbeins zur Mitte des Hinterrandes des Hinterhauptloches erstreckt, während, die Hirnsichel kreuzend, das Hirnzelt, in die Querfurche zwischen Groß- und Kleinhirn sich einschiebt, und, als zeltartiges Dach über dem Kleinhirn ausgespannt, dieses vor dem Druck des Großhirns schützt. Indem die harte Hirnhaut am Ursprung ihrer Fortsätze vom Schädeldach sowie am Saum derselben in zwei Blättern auseinanderweicht, entstehen spaltförmige Hohlräume, die als Blutleiter für größere Blutaderbahnen des Gehirns dienen.

Im Rückenmark befindet sich ein Zwischenraum zwischen der harten Haut und dem Mark. Dieser Zwischenraum ist namentlich groß an den beweglicheren Stellen des Rückgrats, im Hals- und Lendenteil der Wirbelsäule.

Unter der harten Hirnhaut folgt zunächst die zarte Spinnwebenhaut, und unter dieser die Gefäßhaut (pia mater). Die Gefäßhaut ist die Trägerin der ernährenden Blutgefäße; sie schmiegt sich der Oberfläche des Gehirns und des Rückenmarks fest an, und folgt dieser in alle Furchen und Einsenkungen.

Zwischen der Spinnweben- und der Gefäßhaut befindet sich die Hirn-Rückenmarksflüssigkeit. Ebendieselbe findet sich auch in den Hirnhöhlen und dem Centralkanal vor. Die Gesamtmenge dieser Flüssigkeit beträgt etwa 100 ccm. Stark ver-

Hirn-Rückenmarksflüssigkeit.

mehrt erscheint sie beim sogenannten Wasserkopf, einer Krankheitsform, die neben anderen Störungen der Entwicklung meist zum Schwund jeder gesunden geistigen Thätigkeit führt.

Gewicht und Größe des Gehirns.

§ 200. Gewicht und Größe des Gehirns.

Absolutes Hirngewicht.

Der Rauminhalt des Schädels beträgt für den Mitteleuropäer im Durchschnitt: 1500 ccm beim Manne, 1300 ccm beim Weibe; das Hirngewicht beim deutschen Manne 1362 g, beim deutschen Weibe 1219 g im Mittel (von Bischoff). Andere Forscher fanden andere Mittelzahlen. So giebt Krause als mittleres Hirngewicht bei verschiedenen Nationen an:

Deutsche	1424 g
Franzosen	1322—1333 „
Engländer	1422 „
Litauer	1319 „
Schotten	1309 „
Hindus	1006—1176 „

Davis für die verschiedenen Völkerrassen:

	Männer:	Weiber:
Europäische Rasse:	1367 g	1204 g
Ozeanische „	1319 „	1219 „
Amerikanische „	1308 „	1187 „
Asiatische „	1304 „	1194 „
Afrikanische „	1293 „	1211 „
Australische „	1214 „	1111 „
Das Gehirn des Gorilla wiegt . .	400—500 „	
Das des Orang-Utan „ . .	350—400 „	

Aus diesen und ähnlichen Ziffern auf ein unmittelbares Verhältnis zwischen Hirngröße und geistiger Leistungsfähigkeit zu schließen, ist indes nicht ganz gerechtfertigt. Bei einzelnen geistig sehr hervorragenden Männern hat man zwar ungewöhnlich großen Rauminhalt des Schädels und außerordentliches Hirngewicht gefunden — bei andern aber auch eine Hirngröße, die noch unter den Mittelwert herabging. Ebenso ist es keine ganz feststehende Thatsache, daß das Europäerhirn an Gewicht dem aller andern Menschenrassen überlegen sei, denn es liegen gegenüber den oben mitgeteilten Ziffern auch Angaben vor, wonach — die Zahl der zu Grunde liegenden Messungen ist allerdings eine kleine — bei den Chinesen und den Palau-Insulanern das mittlere Hirngewicht das des Europäers übertrifft. Die Grenzen des Hirngewichts vollsinniger Menschen schwanken etwa zwischen 900 g und 2000 g. Wird das Hirngewicht noch kleiner als 900 g, so ist auch geistige Minderwertigkeit vorhanden. Bei den Mikrocephalen, jenen kleinköpfigen Idioten, welchen die menschlichen Verstandeskräfte so gut wie gänzlich mangeln, ist das Hirngewicht nicht größer als das der menschenähnlichen Affen, 400—500 g. Solche Kleinheit des Gehirns, welche sich entweder auf das Gesamthirn oder auf einzelne Teile desselben erstrecken kann, entsteht meist durch krankhafte Störung im Wachstum der Schädelknochen, indem die Schädelnähte vorzeitig sich schließen und verknöchern.

Mikrocephalie.

Aus der Tierreihe ist nur das Gehirn des Elephanten und das des Walfisches größer als das Menschenhirn.

Verhältnis vom Hirngewicht zum Körpergewicht.

Auch wenn man das Gehirngewicht in Vergleich setzt zum Körpergewicht, erhält man keinerlei Anhaltspunkte, welche einen ziffernmäßigen Maßstab für die Größe der Verstandeskräfte gewähren. Im Mittel bildet das Gehirn etwa $^1/_{50}$ des Körper-

gewichts. Indes macht die Körpergröße und Körperfülle hier schon einen wesentlichen Unterschied. Rechnen wir bei einem erwachsenen Menschen von 75 kg Körpergewicht das Gehirn zu 1400 g, so würde das Verhältnis des Hirngewichts zum Körpergewicht 1:53,5 betragen. Bei einem mageren, kleineren 50 kg schweren Menschen mit gleichem Hirngewicht wäre das Verhältnis aber 1:35,7 und bei einem sehr kräftigen 100 kg schweren Menschen schon 1:71,4. Dabei sei erwähnt, daß bei sehr starker Körperentwicklung auch das Gehirn, wenn nicht im Verhältnis, so doch bis zu einem gewissen Grade schwerer wird als bei zarter schwächlicher Entwicklung. Aus diesem Grunde braucht das Mindergewicht des Hirns bei Frauen — bei den Neugeborenen besteht noch kein Unterschied des Hirngewichts zwischen den beiden Geschlechtern — sowie bei schwächlichen Völkerrassen, wie den Hindus, noch keine geistige Minderwertigkeit zu bedeuten.

Gehirnoberfläche.

Die Beobachtung, daß bei den Gehirnen einzelner geistig besonders hervorragender Männer — das Gehirn des großen Mathematikers Gauß findet man als Beweisstück oft abgebildet — die Zahl der Windungen des Gehirns besonders groß, und die Furchung besonders tief ist, während beim Negerhirn, und erst recht beim Affenhirn die Windungen und Furchungen der Hirnoberfläche weit geringer an Zahl und Tiefe sind, lehrt, daß im ersteren Falle die Flächenentwicklung der großen Hirnrinde eine besonders große ist, während sie beim Neger geringer, und sehr viel geringer beim menschenähnlichen Affen wird. Die Dicke der grauen Hirnrinde ist dabei allerdings nicht berücksichtigt. Bei der Beurteilung dieser Verhältnisse darf man nicht außer Acht lassen, daß ein mittelmäßig veranlagter Kopf bei sehr sorgfältiger Erziehung ein fleißiger und auf seinem Sondergebiet auch erfolgreicher Gelehrter werden kann, und daß andererseits gute Geistesanlagen bei schlechter Erziehung in engen Verhältnissen und beim Mangel jedweder Anregung verkümmern können. Die Vergleiche zwischen Gehirnen von Universitätslehrern und von gewöhnlichen Arbeitern haben also nach keiner Richtung hin irgendwelche Beweiskraft.

Verhältnis der einzelnen Hirnteile zu einander.

Zweifellos ist der Herd der höheren geistigen Thätigkeiten in der grauen Rinde der beiden Hemisphären des Großhirns zu suchen, während andere Gehirnteile und zwar vor allem das verlängerte Mark und das die Verbindung von Groß- und Kleinhirn bildende Mittelhirn den Sitz automatisch wirkender Nervenzentren darstellen. Da zeigt sich nun, daß das Verhältnis des Großhirns, als des Sitzes der Intelligenz, zu den automatisch wirkenden Hirnteilen dem Hirn des Menschen seinen besonderen Charakter verleiht. Beim Menschen ist die Hirnrinde verhältnismäßig am stärksten entwickelt gegenüber den automatisch wirksamen Hirnteilen, beim Tierhirn ist die Entwicklung der letzteren im Verhältnis weit mächtiger. Das Hirn des Affen kommt in dieser Richtung dem Menschenhirn noch am nächsten.

§ 201. Die Großhirnrinde.

Die Großhirnrinde.

Beim schlafenden Menschen, bei welchem die Thätigkeit der Großhirnrinde eingestellt ist, fehlt sowohl die Empfindung für die Vorgänge in der Außenwelt — soweit nicht heftige Erregungen der Gefühls- oder der Sinnesnerven den Schlafenden aufwecken — als auch willkürliche Bewegung und geistige Thätigkeit. Nur beim Übergang vom Wachen zum Schlaf, oder vom Schlaf zum Wachen äußert sich in mehr oder weniger verschwommenen, oft phantastischen Traumbildern eine Art geistigen Empfindens und Schaffens. Der tiefe Schlaf ist traumlos, der Mensch gleicht darin einem Wesen, dem beide Halbkugeln des Hirns entfernt sind. Dagegen finden auch im tiefen Schlafe zahlreiche Körperthätigkeiten ihren Fortgang. Regelmäßig geht der Atem, geht der Herzschlag; es arbeiten die Verdauungs- und Harnorgane; bei überwarmer Bedeckung

Unwillkürliche Thätigkeiten im Schlaf.

im Nachtlager erweitern sich die Hautblutgefäße und es wird Schweiß abgesondert usw. Selbst leichte Körperbewegungen, anscheinend zweckmäßig, werden bei unbequemer Lage, bei Kitzel auf einer Hautstelle ausgeführt, ohne daß dies dem Schlafenden zum Bewußtsein kommt. Ja in den seltenen Fällen des Nachtwandelns sehen wir wohlgeordnete Bewegungen mit vollkommener Erhaltung des Gleichgewichts ausgeführt. Alle diese mannigfachen unbewußten Thätigkeiten stehen unter Nerveneinfluß, vollziehen sich unter der maschinenmäßigen und automatischen Arbeit großer Abschnitte der Zentralorgane: des Mittelhirns, des Kleinhirns, des verlängerten Marks, des Rückenmarks.

Die Thätigkeiten der willkürlichen überlegten Bewegung, der bewußten Empfindung und der sinnlichen Wahrnehmung haben dagegen ihren Sitz in der grauen Substanz, welche die Oberfläche des Großhirns überzieht, in der Großhirnrinde. Hierhin leiten die Empfindungsbahnen und veranlassen die Wahrnehmung äußerer Eindrücke, von hier aus gehen alle durch Willen und Vorstellung erregbaren Bewegungsfasern.

Faserverlauf im Hirn und Rückenmark.

Mit unendlicher Mühe hat die neuere Forschung versucht, den Verlauf der vom Rückenmark durch das verlängerte Mark und die Hirnstiele zum Gehirn führenden Empfindungsfasern, ebenso wie den Verlauf der von der Hirnrinde ausgehenden und zum Rückenmark führenden Bewegungsfasern zu verfolgen und festzustellen. Es kann hier nur andeutungsweise darauf eingegangen werden, und möge folgendes genügen.

Die von der Hirnrinde ausgehenden Bewegungsfasern gehen durch die Hirnstiele in die Pyramiden des verlängerten Marks. Hier geht die Mehrzahl dieser Nervenfasern zur entgegengesetzten Seite und läuft abwärts zu derjenigen Gegend des Rückenmarks, von wo die betreffenden Fasern seitwärts austreten, um als Bewegungsnerv zu bestimmten Muskelgruppen zu gelangen.

Verlauf der Bewegungsfasern.

So liegt z. B. das Zentrum der willkürlichen Bewegungen des rechten Armes an einem bestimmten Punkte der linken Großhirnrinde. Die den Nervenzellen dieser Gegend entspringenden Faserzüge würden also im verlängerten Marke nach der rechten Seite gehen, d. h. mit den zum linken Arm gehenden und von dem entsprechenden Punkte der rechten Großhirnseite kommenden Fasern sich kreuzen, und dann im Rückenmark abwärts steigen bis zum untern Halsteil desselben, wo sie, die hier befindlichen Nervenzellen im Vorderhorn des Rückenmarks durchsetzend, nach rechts als Armnerven austreten, und zu den Muskeln des rechten Armes gelangen. Ähnlich verlaufen von einem andern Punkte der Hirnrinde beiderseits die Faserzüge der Beinnerven, kreuzen sich ebenfalls im verlängerten Mark und laufen im Rückenmark abwärts bis zur Lendenanschwellung des Rückenmarks, wo sie seitlich als Beinnerven austreten. Man hat auf diese Weise eine förmliche Karte der Großhirnoberfläche festgestellt, welche die Ursprungspunkte für die Bewegungsnerven der verschiedenen Muskelgebiete des Körpern angiebt. Am längsten bekannt ist von diesen Zentralstellen das in der Gegend der 3. linken Stirnwindung gelegene Sprachzentrum. Zerstörung dieser Hirnpartie z. B. durch Blutaustritt (Schlaganfall) bedingt Verlust des Sprachvermögens.

Bewegungscentren der Großhirnrinde.

Kreuzung der Bewegungsfasern.

Vermöge dieser Kreuzung der Bewegungsfasern steht also die linke Hirnhälfte den Bewegungen der rechten Körperseite, die rechte Hirnhälfte den Bewegungen der linken Körperseite vor.

Indes kreuzen sich nicht alle Bewegungsfasern. Ein Teil verbleibt auf derselben Seite, und zwar wahrscheinlich die Leitungen zu denjenigen Muskeln, welche, wie die Atemmuskeln, die Bauchmuskeln, und die Muskeln um After und Harnröhre stets beiderseitig in Thätigkeit gesetzt werden.

Was den Faserverlauf der Empfindungsnerven betrifft, so ist derselbe ein ähnlicher. Die Fasern, welche von der Haut, den tieferen Geweben und den Muskeln ausgehen, und unserm Bewußtsein Schmerzgefühle, Druckgefühle, das Gefühl für Wärme und Kälte, sowie das Muskelgefühl übermitteln, treten als Empfindungsfasern in die Hinterhörner des Rückenmarks ein, gehen im Rückenmark aufwärts, kreuzen sich, zum Teil schon im Rückenmark, mit den Empfindungsfasern der entgegengesetzten Seite und enden nach Durchtritt durch das verlängerte Mark und die Hirnstiele in der Hirnrinde. Und zwar in bestimmten Gebieten derselben. Denn wie für die willkürliche Bewegung der verschiedenen Muskelgebiete, so sind auch für die bewußte sinnliche Wahrnehmung von Empfindungs- und Sinneseindrücken von den verschiedenen Sinnesorganen und den verschiedenen Körpergegenden her besondere Empfindungsgebiete (psychosensorielle Zentren) über die graue Hirnrinde verteilt. Zerstörung eines solchen Zentrums hebt die bewußte Empfindung der hier mündenden Sinneserregungen auf. — Verlauf der Empfindungsfasern.

Die Faserzüge der Empfindungs- und Bewegungsnerven gehen aber außer der beschriebenen Verbindung mit den Nervenzellen der grauen Hirnrinde auch noch andere Verbindungen und Verknüpfungen ein. Schon im Rückenmark selbst bestehen quere Verbindungen zwischen den Empfindungs- und den Bewegungsfasern. Letztere sind weiterhin durch Faserzüge verbunden mit dem Kleinhirn und den Herden grauer Substanz (Gehirnganglien) im Innern des Großhirns. — All diese Verbindungen sind von großer Wichtigkeit für das Zustandekommen der unten noch zu besprechenden Reflex- und halbautomatischen Bewegungen. Weitere Verbindungen der Empfindungs- und Bewegungsfasern.

§ 202. Die Reaktionszeit.

Die Reaktionszeit.

Soll auf eine von außen gegebene, durch ein Sinnesorgan übermittelte Anregung — z. B. auf einen hörbaren Befehl oder ein sichtbares Zeichen hin — eine willkürliche Bewegung gemacht werden, so verläuft zwischen der ersten Einwirkung der Gefühlserregung in dem betreffenden Sinnesnerven (durch Schall- oder Lichtwelle, Tasteindruck und dergl.) und der folgenden willkürlichen Bewegung eine gewisse Zeit: die Reaktionszeit. Dieselbe beträgt auch dann noch bis zu $^1/_5$ Sekunde, wenn die betreffende Bewegung eine vorher verabredete, kurze und einfache ist, z. B. im Geben irgend eines Zeichens besteht.

Man hat die Reaktionszeit so bestimmt, daß eine Versuchsperson auf einen Sinneseindruck durch ein mit der Hand gegebenes Zeichen antwortete. So beträgt z. B. für Schalleindrücke die Reaktionszeit 0,136—0,167 Sekunden, für Lichteindrücke 0,15—0,22 Sekunden.

Diese Reaktionszeit setzt sich zusammen aus: 1. Erregung des Sinnesnerven und Fortpflanzung der Erregung zum Gehirn. Hier muß 2. diese Sinneserregung (z. B. Gesichts- oder Gehöreindruck) ins Bewußtsein eintreten und 3. durch die Aufmerksamkeit erfaßt werden. Es folgt 4. mit gewisser Dauer die Willensanregung und muß 5. dem Bewegungsnerven entlang zum zeichengebenden Muskel laufen.

Infolge des Vorhandenseins dieser Reaktionszeit wird z. B. beim Zeitmessen mit der Rennuhr, wie sie für den Wettlauf oder das Radrennen gebräuchlich ist, der Druck auf den Knopf der Uhr und damit das Laufen des meist Fünftel-Sekunden angebenden Zeigers stets einen kleinen Bruchteil einer Sekunde nach dem gegebenen Zeichen (Pistolenschuß, Senken einer Fahne und dergl.) erfolgen. Ebenso wird dieser kleine Fehler sich wiederholen bei der Ankunft des Läufers oder Rennfahrers am Ziel. Gute Übung im Zeitnehmen, ebenso wie die gespannte Aufmerksamkeit der Zeitnehmer und der Läufer verringern, wie wir gleich sehen werden, diese Fehler- Zeitmessen mit der Rennuhr.

quelle, so daß Messungen mit Fünfteln der Sekunde noch hinreichende Genauigkeit haben. Dagegen sind Messungen der Lauf- und Fahrgeschwindigkeiten durch Renn- oder Stechuhren, welche Zehntel-Sekunden anzeigen, zwecklos. Die erhaltenen Ergebnisse können doch keine untrüglich genauen sein. Eine so feine Zeitmessung könnte nur mit selbstthätigen elektrischen Vorrichtungen erfolgen, deren Verwendung übrigens auch wiederholt und mit Erfolg versucht worden ist.

Verlängerung und Verkürzung der Reaktionszeit.

§ 203. Verlängerung und Verkürzung der Reaktionszeit.

Die Zeit, welche zwischen einem von außen kommenden, durch die Sinnesorgane vermittelten Bewegungsantrieb und der daraufhin erfolgenden Bewegung selbst erfolgt, kann unter Umständen eine längere werden, oder eine Verkürzung erfahren.

Verlängerung der Reaktionszeit.

A. Verlängert wird die Reaktionszeit, so daß die Auffassung des Sinneseindrucks und die darauf erfolgende Bewegung träger verläuft, bei allen Zuständen, welche die Erregbarkeit der Nerven, der Hirnthätigkeit oder der Muskulatur herabsetzen. Hierhin gehören:

Ermüdungszustände.

1. Ermüdungszustände, mögen sie nun mehr örtlicher Art (Muskelermüdung, Hirnermüdung) sein, oder auf allgemeiner Ermüdung und Erschöpfung beruhen. Stets beeinträchtigen solche die Schnelligkeit der Auffassung z. B. eines Befehls und die Promptheit der Ausführung dieses Befehls.

Einwirkung von Alkohol usw.

2. Einwirkung bestimmter Stoffe. Von den Stoffen, welche die Erregbarkeit des Nervensystems steigern oder herabsetzen, sei vor allen der Alkohol genannt. Wie schon früher gezeigt, hat derselbe in kleineren Gaben eine anfänglich erregende, später lähmende Wirkung. Letztere wird um so ausgesprochener, und die Verlängerung der Reaktionszeit d. h. Trägheit des Erfassens und des Handelns, tritt um so vollständiger und um so eher ein, je größer die genossene Alkoholmenge ist und je schneller sie einverleibt ward. Ähnlich wirken kleine Morphiumdosen anfänglich erregend und die Promptheit der Auffassung fördernd, während bald das Gegenteil eintritt und die Reaktionszeit verlängert wird. — Vorheriger Alkoholgenuß beeinträchtigt also die Fähigkeit zu solchen Leibesübungen, welche schnelles Auffassen und schnellstes entsprechendes Handeln verlangen, wie dies z. B. beim Ballspiel, beim Fechten, beim Ringen der Fall ist. Dabei braucht an eigentlich berauschende Mengen noch gar nicht gedacht zu werden. Umgekehrt bewirken Thee und Kaffee — in gewohnter kleiner Menge natürlich — eine Verkürzung der Reaktionszeit, da Theobromin oder Kaffein die Erregbarkeit des Nervensystems steigern. Ähnlich wirkt die Fleischbrühe (s. o).

Thee und Kaffee.

Unlustgefühle.

3. Unlustgefühle. Alle Unlustgefühle, wie Unbehagen, Schmerz, Ekel, Langeweile, Verdrossenheit schwächen die Herzthätigkeit, setzen vor allem die Muskelenergie herab und wirken herabstimmend und hemmend auf die Erregbarkeit des Nervensystems. Daher hier die Reaktionszeit wesentlich verlängert erscheint, die Auslösung von Bewegungen träge erfolgt. Für den Betrieb von Leibesübungen ergiebt sich auch hieraus, daß langweilender Drill, ewige Wiederholung von Ordnungsübungen, ein geistloses Einerlei von Freiübungen oder von Gemeinübungen am Gerät die Übenden abstumpft und frische schneidige Leistungen nimmer erzielt. Vor allem nicht bei der Jugend, deren Nerventhätigkeit von Unlust- oder Lustgefühlen in besonders hohem Grade beeinflußt wird. Beim Erwachsenen vermögen Pflichtgefühl, Zucht und Willenskraft schon eher den hemmenden Einfluß solcher Unlustgefühle niederzukämpfen.

Verwickelte Bewegungen.

4. Verwickelte Bewegungen. Verlängert wird die Reaktionszeit ferner, wenn die geforderte Bewegung nicht aus einem einfachen Zeichengeben (z. B. Heben

der Hand) besteht, sondern eine verwickeltere, wohlkoordinierte Bewegung sein soll, die erst zurecht gelegt werden muß. Wir kommen unten darauf des näheren zurück. —

B. Gehen wir nunmehr dazu über, diejenigen Umstände anzuführen, unter welchen eine Verkürzung der Reaktionszeit, d. h. ein schnellerer, fast augenblicklicher Ablauf der auf einen Sinneseindruck hin erfolgenden Bewegung statt hat, so ist solche Verkürzung nachweisbar: Verkürzung der Reaktionszeit.

1. Beim Vorhandensein von Lustgefühlen. In hohem Grade machen Lustgefühle, wie Freude und Heiterkeit, Wetteifer, Begeisterung und dergl. die Herzarbeit steigern, versetzen Nerven und Muskeln in erhöhte Erregbarkeit und begünstigen schnellsten leichten Ablauf der Vorgänge des Erfassens, des Wollens und des Ausführens mittels Muskelzusammenziehung. Diese günstige Beeinflussung der körperlichen Leistungsfähigkeit durch die Lustgefühle, indem solche die Herzarbeit erhöhen, den Blutgehalt der an der Körperoberfläche gelegenen Organe vermehren und die Muskelenergie steigern, tritt wiederum in besonders ausgesprochenem Maße bei der Jugend hervor. Wenn Gutsmuths das Turnen der Jugend als eine „Arbeit im Gewande jugendlicher Freude" betrieben wissen will, so ist damit ein Fingerzeig gegeben, der beim Betrieb von Leibesübungen in der Schule nie genug beherzigt werden kann. Nur da wird das Schulturnen vollen Erfolg erzielen und wird die Jugend dazu bringen, auch nach beendeter Schulzeit die Übungsplätze weiterhin aufzusuchen, wo das Turnen von frischem, fröhlichen Geist durchweht ist, wo dem Bewegungstrieb und dem Thatendrang der Jugend genügend freie Bahn gelassen und alles vermieden wird, was die Turnstunde zu einer bloßen Lehrstunde stempelt. Der Turnlehrer muß es verstehen auf dem Turnplatze in turnerischer Art mit seinen Schülern zu leben, muß mehr der Anführer sein als der Lehrer. Das verträgt sich durchaus mit derjenigen straffen Leibeszucht, welche ein rechtes Schulturnen nicht vermissen lassen darf. Wirkung der Lustgefühle. Wert der Freude beim Turnen.

Noch mehr ist die Freude, sind die Lustgefühle vorherrschend beim Spiel. Das frohe Tummeln auf dem Spielplatz unterm freien Himmelszelt ist für unsere Jugend, wie Herbert Spencer mit Recht bemerkt, eine wertvolle Nervenstärkung. Die Lust, welche dem Kinde die erheiternden Wechselfälle der von ihm betriebenen Scherzspiele gewähren, der Wetteifer, welcher den Knaben und Jüngling bei den besseren Kampfspielen beseelt, lassen alle die mannigfachen Bewegungen leichter vollziehen, erhöhen den Bewegungstrieb und die Bewegungsfähigkeit ungemein. Die Summe von Laufbewegung z. B., die bei lebendigem Spiel der Knabe „spielend" leistet, wird ihm zu vollbringen schwer fallen, ja unmöglich werden bei Laufübungen auf Befehl. — Lustgefühle des Spiels.

2. Die Reaktionszeit wird weiterhin auch abgekürzt durch Übung. Der, welcher häufig geübt hat, auf eine von außen kommende Anregung, auf einen Gehörseindruck (kurzer Befehl oder Knall) oder auf einen Gesichtseindruck (schnell gegebenes Zeichen) mit schnellster Bewegung zu antworten und einzusetzen, wird dazu eines stetig kürzer werdenden Augenblicks bedürfen. Beim Wettlauf z. B. über ganz kurze Strecken, wo kleine Bruchteile einer Sekunde schon ins Gewicht fallen, ist es eine der wichtigsten Vorübungen, immer und immer wieder zu starten, d. h. auf das gegebene Ablaufzeichen augenblicklich loszuschießen und in voller Bewegung zu sein. Übung.

3. In hervorragendem Grade kürzt sich die Reaktionszeit ab durch gespannte Aufmerksamkeit. Bei der Aufmerksamkeit wendet sich das Bewußtsein ganz bestimmten Vorstellungen in höherem Grade zu als andern. In den Fällen, welche Gegenstand dieser unserer Betrachtung sind, sind die Eindrücke, auf welche die Aufmerksamkeit gerichtet wird, zukünftige. Dieses Gefühl der Erwartung ist z. B. vorhanden beim Turner oder beim Soldaten, der im Glied stehend, nach erfolgtem Ankündigungsbefehl „Abteilung!" oder „Bataillon!" auf den Ausführungsbefehl Aufmerksamkeit.

„Marsch!“ wartet. Es ist ferner vorhanden beim Läufer, der gespannt an der Ablaufstelle steht, um auf das Ablaufzeichen zu passen; es ist andauernd und in starkem Grade vorhanden beim Fechter, der Aug in Auge seinem Gegner gegenübersteht, um blitzschnell jeder Angriffsbewegung die schützende Abwehrbewegung oder den Gegenangriff folgen zu lassen.

Bei solch gespannter Aufmerksamkeit bringt uns ein eigentümliches Gefühl zum Bewußtsein, daß wir bestimmte Nervencentren, Nervenbahnen und — bei vorauszusehenden Bewegungen, wie in obigen Beispielen der Fall — willkürliche Muskeln in erhöhte Erregbarkeit versetzen. Nerven und Muskeln werden gewissermaßen mit Energie vorher geladen. Tritt das erwartete Ereignis, der auslösende Stoß plötzlich ein, so erfolgt fast mit gleicher Plötzlichkeit die vorbereitete Bewegung. Das heißt also, daß die Reaktionszeit (ebenso wie die dazu gehörige Vorbereitungszeit oder latente Reizung des Muskels [s. § 68]) wesentlich abgekürzt wird. Dieses Versetzen von Nerven und Muskeln in den Zustand erhöhter Erregbarkeit und Spannung bedingt natürlich eine innere Thätigkeit der Nerven. Diese Thätigkeit ist eine angreifende und kann, wenn längere Zeit an einem fort unterhalten, selbst bis zur Erschöpfung führen.

Spannung beim Fechten und Ringen.

Ein guter Schachspieler muß bekanntlich in angestrengter Weise seine Gedanken auf das Spiel koncentrieren, um jedesmal dem Zug des Gegners den wirksamsten Gegenzug entgegen zu setzen. Indes kann er seinen Zug doch stets in Ruhe sich überlegen, kann alle möglichen Angriffs- oder Verteidigungsmaßnahmen überdenken, um daraus die ihm am besten erscheinende zu wählen und auszuführen.

Anders der Fechter. Aug in Auge seinem Gegner gegenüber, mit gespanntester Aufmerksamkeit auf jede Regung und Bewegung desselben achtend, hat er mit bloßer dünner Klinge seinen Leib zu schützen. Nicht auf eine einzelne bestimmte Bewegung, wie der des Ablaufzeichens harrende Läufer muß er vorbereitet sein, sondern auf zahlreiche Abwehr- und Angriffsmaßnahmen. Entschluß und Ausführung müssen immerzu augenblicklich erfolgen — der Zeitverlust nur eines kleinen Bruchteils einer Sekunde genügt, um mit dem Parieren zu spät zu kommen und vom Gegner getroffen zu werden, oder um die Gelegenheit zu wirksamem Stich oder Hieb zu versäumen. Bei längerem Fechtgange muß die nötige Spannung und Erregung der Nerven und Muskeln an einem fort unterhalten werden. Wenn auch, als bloße Muskelarbeit gerechnet, die bei einer halben Stunde Stoßfechtens zwischen zwei geübten und feurigen Gegnern vorkommenden Bewegungen im ganzen eine unbeträchtliche Arbeitssumme vorstellen, so fühlen sich solche Fechter gleichwohl nach einem derart langen Fechtgang ganz außerordentlich angegriffen und erschöpft, erleiden zuweilen sehr starken Schweißverlust und überraschend große Gewichtabnahme (Beobachtungen von Gewichtabnahme bis zu 1500 g in einer Fechtstunde liegen vor). Es ist die große Nervenarbeit, welche jene starken Ermüdungserscheinungen veranlaßt. Das Fechten — namentlich das Fechten mit dem Stoßfechtel oder Degen; das Stockfechten ist in Deutschland noch kaum eingeführt — ist der Typus einer Übung, welche weit mehr die Nerven belastet und ermüdet, als die Muskeln.

In ähnliche Spannung muß sich auch der Ringer (sowie der Boxer) im Ringkampf versetzen. Auch er hat in steter gespannter Aufmerksamkeit, in steter innerer Aufregung auf jede Bewegung des Gegners zu achten, um ihr augenblicklich zu begegnen, hat jede sich flüchtig darbietende Blöße des Gegners augenblicklich auszunutzen. Zu dieser Nervenanstrengung kommt aber beim Ringen noch die Höchstanstrengung der Muskulatur hinzu und macht das Ringen zur angreifendsten aller Übungen. —

4. Eine Abkürzung der Reaktions- oder Vorbereitungszeit findet endlich statt durch heftige starke Reizung. Auf das Gebiet der Leibesübungen übertragen heißt das, daß das Zeichen oder der Befehl zu einer plötzlich und schnellstens auszuführenden Bewegung möglichst sinnfällig und möglichst kurz sein soll. Ein Pistolenknall, ein heftiger kurzer Schlag auf ein klingendes Metall u. dergl. sind zum schnellsten Ablauf weit bessere und wirksamere Zeichen, als der gerufene Befehl oder das Senken einer Fahne. Sollen beim gleichzeitigen Üben einer größeren Abteilung, z. B. in Stab- oder Hantelübungen, alle Bewegungen kurz und schneidig, in „Ruck und Zuck" erfolgen so muß der Befehl dazu mit scharfer lauter Stimme kurz stoßend und knapp gegeben werden. Solch geeignetes Befehlgeben seitens des leitenden Lehrers ist Vorbedingung, wenn eine Schülerschar in ihren gemeinsamen Übungen zu geweckterm, straffem Wesen erzogen werden soll. Mit Recht sagt unser deutsches „Exerzier-Reglement für die Infanterie":

Abkürzung durch starke Reizung.

Zeichen- und Befehlgebung.

„Schlaffe Kommandoaussprache verleitet zu schlaffer Ausführung. Die Kommandos sind deshalb in jeder Lage, an jedem Ort wie bei jedem Dienst in gleicher Weise und Schärfe zu geben."

§ 204. Die Koordination der Bewegungen.

Koordination der Bewegungen.

Alle Körperbewegungen, seien sie nun verwickeltere, oder seien sie einfacher Art, benötigen zu ihrer Ausführung allemal die größere oder geringere Bethätigung ganzer Gruppen von Muskeln („Muskelassociationen") und nicht nur die Arbeit eines einzigen Muskels oder einiger weniger. Unter Koordination einer Bewegung verstehen wir das Vermögen, alle die zum Zustandekommen der betreffenden Bewegung notwendigen Muskeln durch den Willen aufzusuchen und einheitlich zusammenarbeiten zu lassen.

Nehmen wir als Beispiel das einfache Seithochheben eines Armes, der durch eine mit der Hand gefaßte Hantel noch belastet sein mag. Zu dieser Bewegung — wir sehen von der Thätigkeit der Unterarmmuskeln, welche durch Beugung der Finger die Hantel fassen und halten, dabei ab — ist in erster Linie die Zusammenziehung derjenigen Muskeln erforderlich, welche den Arm aus dem Hang zur Seithebhalte heben. Das ist vorzugsweise der mächtige Deltamuskel. Er verrichtet die eigentliche Bewegung, bewirkt die eigentliche mechanische Leistung: durch seine Zusammenziehung bringt er den bewegten Körperteil, den Arm, in die gewollte Stellung und hält ihn dort. Diese Thätigkeit bezeichnen wir als die dynamische oder besser als die eigentliche kraftleistende Bewegung („Impulsive Muskelassociation": Duchenne, Physiologie der Bewegung).

Die eigentliche kraftleistende Bewegung.

Damit nun die begonnene Bewegung im gewollten Maße langsamer oder schneller, gleichmäßig oder ruckweise sich vollzieht, an einem bestimmten Punkte innehält und nicht übers Ziel schießt, arbeiten ferner mit die im Gegensinn wirkenden Muskeln, die Antagonisten. So wird z. B. die Bewegung der Beuger gemäßigt und in ihrem Umfang genau begrenzt durch leichte Spannung der entsprechenden Strecker, die der Strecker durch die Beuger, die der Abzieher durch die Anzieher, die der Auswärtsroller durch die Einwärtsroller usw. — Es ist damit ähnlich wie mit einem Pferde, welches genau in bestimmter Richtung gelenkt werden soll. Dies ist nicht möglich wenn man nur an dem Zügel der einen Seite, nach der der Kopf des Tieres soll, zieht. Man wird dann entweder zu wenig — oder wahrscheinlicher zu weit den Hals des Tieres herumdrehen. Erst wenn der Fahrer beide Zügel ganz leicht gespannt in der Hand hat und nun der einen Seite durch schärferes Anziehen das Übergewicht giebt, kann er durch Festhalten und leichtes Anziehen auch des

Zügels der andern Seite den Kopf des Tieres haarscharf in diejenige Richtung bringen, in die er ihn eben haben will. Es fällt also den im Gegensinn wirkenden Muskeln die Aufgabe zu, die begonnene Bewegung so zu mäßigen, daß sie im gewollten Zeitmaß sich vollzieht und an dem gewollten Punkte genau innehält. Bei dem gewählten Beispiel des Seithochhebens des Armes sind die gegensinnigen Muskeln, die Antagonisten, diejenigen, welche den Arm niederziehen, namentlich der große Brust- und der breiteste Rückenmuskel.

Mäßigende Bewegung.

Diese Art Thätigkeit der gegensinnigen Muskeln nennen wir die mäßigende Bewegung („Moderatorische Muskelassociation", Duchenne). —

Nun entspringt aber, wenn wir weiter bei dem gewählten Beispiel bleiben, der eigentlich bewegende Muskel, der Deltamuskel, mit dem größten Teil seiner Fasern vom Schulterblatt. Das Schulterblatt ist aber ein frei beweglicher dreieckiger Knochen, der nur an einem seiner Winkel mit anderen Knochen gelenkig verbunden ist. Sonst ist es lediglich an Muskeln geheftet. Die Zusammenziehung des Deltamuskels würde daher nicht sowohl den schwer herabhängenden, noch dazu mit einer Hantel belasteten Arm heben, als vielmehr das leicht bewegliche Schulterblatt einfach nach dem Arme zu aus seiner Lage bringen, nach außen und vorne ziehen — wenn nicht die haltenden Muskeln, die das Schulterblatt an den Rumpf heften, ihrerseits durch entsprechende Zusammenziehung das Schulterblatt unbeweglich in seiner Lage festhielten und damit dem arbeitenden Deltamuskel es ermöglichten von diesem festen Ansatz an der Schulter aus den gestreckten Arm wie einen einarmigen Hebel in der gewollten Richtung zu bewegen. Weiterhin entspringen aber diese haltenden Muskeln des Schulterblatts zum großen Teil von der in allen ihren Gliedern beweglichen und auf dem Becken wie ein Stab balancierenden Wirbelsäule. Sowie sie sich auf einer Seite zusammenziehen und gleichzeitig der gehobene Arm dieser Seite Übergewicht giebt, wird das Gleichgewicht der Wirbelsäule gestört. Der Rumpf würde nach der Seite des belastenden Armes sich ausbiegen, die Wirbelsäule eine Verkrümmung erleiden, wenn nicht die gegenseitigen Streckmuskeln sich zusammenziehen, um die Wirbelsäule gerade zu erhalten.

Die Störung des Gleichgewichts und die Notwendigkeit, durch vermehrte Spannung bestimmter Muskeln die gerade Haltung zu wahren, erstreckt sich auch auf das Becken, welches nur auf den beiden Schenkelköpfen balanciert, und damit auf die das Becken haltenden Muskeln.

Weiter: um den Arm, der doch von dem beweglichen Ellbogen- und dem Handgelenk unterbrochen ist, als Ganzes gestreckt wie einen Stab zu halten, müssen sowohl die Beuge- wie die Streckmuskeln rund um die Armknochen herum zusammengezogen sein. —

Statische oder haltende Thätigkeit.

Die ganze Summe von Thätigkeit, welche in den zahlreichen zuletzt betrachteten Muskelgruppen statthat, nennen wir die statische oder die haltende Thätigkeit („Kollaterale Association", Duchenne).

Wir finden demgemäß bei der Koordination einer Bewegung dreierlei Arten von Muskelthätigkeit vor:

1. die eigentlich bewegende,
2. die mäßigende und
3. die haltende Muskelthätigkeit.

Bei einer anscheinend so einfachen Bewegung, wie es das Seitwärtsheben eines Armes ist, ist also die Zusammenarbeit einer außerordentlich großen Zahl von Muskeln, deren jeder wieder eine verschieden große Arbeit leistet, nötig. Während der eigentlich bewegende Muskel eine starke Arbeit leistet, die bei längerem Halten des Arms in der erreichten Seithebhalte sogar sich bald zur Höchstarbeit steigert,

leisten alle die andern mäßigenden und haltenden Muskeln eine je nach ihrer Beziehung zu der gemachten Bewegung leichtere bis ganz leichte Arbeit in verschiedenen Abstufungen.

Thätigkeit der Zentralorgane.

Unsere Zentralorgane müssen bei einer solchen Bewegung einer großen Anzahl von Muskeln und Muskelgruppen nicht nur durch die Bewegungsnerven Bewegungsreize zuschicken, sondern die letzteren müssen auch in der verschiedensten Weise in ihrer Stärke abgestuft sein, damit die Bewegung genau in der bestimmten Form, in dem bestimmten Umfang, ohne Störung des Gleichgewichts und in guter Haltung vor sich gehe.

§ 205. Verschiedenheiten der Koordination.

Verschiedenheiten der Koordination.

In den meisten Fällen ist von den drei Arten von Muskelthätigkeiten, welche zu einer wohlkoordinierten Bewegung zusammenwirken, die eigentliche bewegende oder kraftgebende die Hauptthätigkeit, während die mäßigende oder haltende zwar notwendige Thätigkeiten sind, aber mehr die Rolle unterstützender Begleitbewegungen spielen und daher als eigentliche Muskelübung weniger in Betracht kommen.

Vorwiegende Bedeutsamkeit der haltenden Thätigkeit.

Dem ist indes nicht immer so. Bei zahlreichen Übungen tritt z. B. die statische, die haltende Muskelthätigkeit mehr in den Vordergrund und wird als Übungszweck bedeutsamer wie die Hauptbewegung.

Schon wenn wir in dem oben angeführten Beispiel annehmen, daß die zur Seithebhalte emporgehobene Hantel keine leichte Übungshantel ist, sondern eine schwere Hantel von 15 Kilogramm und mehr, so wird die Störung des Gleichgewichts der gestreckt zu haltenden Wirbelsäule eine weit größere. Dementsprechend wird die Arbeit der die Wirbelsäule haltenden Muskeln sehr stark anwachsen, so daß sie ganz hervorragend in die Erscheinung tritt. Wie angestrengt z. B. die von der Kreuzgegend entspringenden langen Rückenmuskeln bei solchem Heben schwerer und schwerster Hanteln in Anspruch genommen werden, das spürt der Turner, der mit schweren Hanteln gearbeitet hat, am folgenden Tage an den oft recht empfindlichen Kreuzschmerzen.

Namentlich tritt die haltende Thätigkeit in den Vordergrund bei allen sogenannten Gleichgewichtsübungen. Beim Gehen über die Schwebekante, den Schwebebaum, ein Seil usw. ist nicht die Gehbewegung, sondern die Gleichgewichtserhaltung die Hauptbewegung, welche diesen Übungen ihren besonderen Charakter verleiht. Ein gleiches ist der Fall bei einer Reihe von Freiübungen (als „équilibres“ im französischen Schulturnen zu einer besonderen Gruppe ausgesondert), beim sogenannten langsamen Schritt und ähnlichen.

Daß auch beim Radfahren die Gleichgewichtserhaltung schwieriger und anstrengender als das Treten der Pedale, weiß der Anfänger. Beim geübten Radfahrer ist allerdings diese Thätigkeit so geläufig geworden und erfolgt so automatisch, daß sie nicht mehr zum Bewußtsein kommt.

Welcher Ausbildung aber diese Thätigkeit der Gleichgewichtserhaltung fähig ist, mag man bei Jongleuren, Drahtseil- und Trapezkünstlern, Kunstradfahrern usw. bewundern.

Wir können weiter hier hervorheben:

Koordination nahe zusammengelegener Muskelgruppen.

1. Koordination bestimmter nahe zusammengelegener und zusammengehöriger Muskelgruppen. Gerade diese ist der denkbar höchsten und feinsten Ausbildung fähig und hier tritt die mäßigende abstufende Thätigkeit der gegensinnigen Muskeln besonders bedeutsam hervor. Hier sind vor allem zu nennen die Bewegungen unserer Hände, die so mannigfacher und erstaunlicher Vervollkommnung

fähigen Handfertigkeiten, ferner die Beherrschung der an der Stimmbildung (Sprache und Gesang) beteiligten Muskeln; auch die Ausbildung der Gesichtsmuskeln zur Mimik gehört hierhin.

Koordination großer weit entlegener Muskelbezirke.

2. Koordination von Muskeln, welche die größeren Skelettteile bewegen, so daß große weit entlegene Muskelbezirke gleichzeitig in Anspruch genommen werden. Hier liegt das unerschöpfliche Gebiet der Frei- und namentlich der Gerätübungen des deutschen Turnens. Und gerade nach dieser Hinsicht, in der Koordination der mannigfachsten und verschiedensten Bewegungsthätigkeiten des Körpers zu einer unübersehbaren Vielheit von Bewegungsformen, d. h. in den Geschicklichkeitsübungen, ist das deutsche Gerätturnen anderswie noch nie ersetzt worden und ist nicht zu ersetzen. Man mag finden, daß die Schulung der Koordination im deutschen Turnen gegenüber anderen wichtigen Übungsformen allzusehr in den Vordergrund tritt und andere wichtige Übungszwecke darüber zu kurz kommen. Wir entnehmen daraus, nach welchen Richtungen hin das deutsche Turnen weiterer Ergänzung und weiteren Ausbaus bedürftig ist. Der hohe Wert der deutschen Gerätübungen zur Schulung der Geschicklichkeit, d. h. der Koordinationsfähigkeit, bleibt darum doch derselbe.

Schwere und Elasticität.

3. Bei vielen Bewegungen kommen außer dem freien Spiel der bewegenden, mäßigenden und haltenden Muskeln auch noch andere mechanische Kräfte in Betracht. Von diesen sind vornehmlich die Schwere — z. B. Rückschwingung eines erhobenen Gliedes durch die Eigenschwere, Schwerwirkung des Körpers bei den Übungen in Stütz und Hang an den Geräten, Centrifugalkraft kreisender Gliedmaßen usw. — zu nennen. Ferner die Elasticität, welche z. B. bei der Ausatmung wirksam ist.

Es werden durch solche mechanische Kräfte besondere Muskelthätigkeiten einmal mehr belastet, das andere Mal entlastet oder überflüssig gemacht. —

Eine jede, auch verwickeltere Übung mechanisch zergliedern, den Anteil der verschiedenen Muskelgruppen genau bestimmen zu wollen, ist ein in den meisten Fällen ebenso unmögliches wie überflüssiges Beginnen. Für die erzieherischen Leibesübungen ist das Entscheidende der Gesamtcharakter der Übung, die Art der vorwiegend in Anspruch genommenen Organthätigkeiten.

Die Schulung der Geschicklichkeit.

§ 206. Die Schulung der Koordinationsfähigkeit.

Je verwickelter eine Bewegung, um so schwieriger ihre Koordination. Schwierig nicht sowohl für die arbeitenden Muskeln, welche lediglich auf den Befehl gehorchen, den die Bewegungsnerven ihnen überbringen, als für das nervöse Zentralorgan, welches im gegebenen Augenblick so mannigfache in ihrer Stärke fein abgewogene Bewegungsreize zur Gesamtbewegung zahlreichen Muskeln zugehen lassen muß. Die Möglichkeit dieses Vorgangs bei jeder Bewegung wäre wenig begreiflich, wenn nicht unsere willkürlichen Bewegungszentren im Gehirn und Rückenmark die Fähigkeit besäßen, diesen komplizierten Vorgang für jede Bewegungsform, nachdem sie einmal nach tastenden unvollkommenen Versuchen schließlich unter Willensanstrengung und mit Unterdrückung unnötiger Mitbewegungen gelungen und häufiger geübt ist, zu „mechanisieren", das heißt: das Erinnerungsbild einer immer und immer wiederholten Bewegung prägt sich den Zentralorganen zuletzt derart ein, daß der Entschluß des Willens, eine so gekannte Bewegung auszuführen, hinreicht, um die ganze dazu nötige Summe von Bewegungsreizen in ihren mannigfachen Abstufungen mit einem Schlag wie von selbst auszulösen.

Mechanisieren erlernter Bewegungen.

Diese Eigenschaft unseres Willensorgans macht es möglich, daß die sichere Beherrschung der koordinierenden Thätigkeit erlernbar ist, und daß die zusammensetzenden Grundformen aller möglichen Bewegungen zum sichern Besitz werden können. Je gekannter eine Bewegung ist, um so weniger ist eine bewußte koordinierende Thätigkeit nötig. Die Willensarbeit richtet sich dann in ihrem Umfang vorzugsweise nach dem Verhältnis, in dem die geforderte mechanische Kraftleistung zu den ausführenden, den bewegenden Muskeln steht.

Erlernen ungekannter Bewegungsformen.

Anders wenn es sich um ungekannte neue Bewegungsformen oder Abänderungen gekannter Bewegungen handelt. Hier fehlt dem Nervensystem das vorhandene, das eingegrabene Erinnerungsbild. Dies muß erst durch Versuche geschaffen werden: neue Muskelkombinationen müssen gesucht, entdeckt werden. Neben der kraftgebenden Willensarbeit tritt die koordinierende Willensarbeit in ihr volles Recht.

Unnötiger Kraftaufwand.

Da nun bei einer noch ungekannten Bewegungsform das Schätzungsvermögen über das anzuwendende Kraftmaß, namentlich der haltenden Muskeln, vollständig unsicher ist, so wendet der Lernende, um nur ja sicher zu gehen, ein Übermaß von Kraftaufwand an. Es sind vor allem die haltenden Muskeln des Skeletts, welche dann ganz unnötig zusammengezogen und angestrengt werden. Strecker wie Beuger ziehen sich krampfhaft zusammen, legen ihre Wirkung zwar gegenseitig tot, machen die Gliedmaßen aber steif und ungelenk.

Steifheit.

Desgleichen verursacht diese Unsicherheit in der Koordination die unnütze Heranziehung von Muskeln, welche zur Bezwingung der gewollten Bewegung gar nicht in Frage kommen. Daraus ergeben sich Mitbewegungen, die durch besonderen Willenseinfluß unterdrückt werden müssen.

Mitbewegungen.

Braucht man hier an das Bild des Schülers zu erinnern, der noch ungeübt, mit krampfhaftem Griff und mit ängstlichen Mienen zuerst seine Stützübungen am Barren macht? Oder an den Neuling, der Radfahren lernt und steif sitzend mit steifem Arm krampfhaft die Griffe der Lenkstange umklammert, so daß nachher ihm Arme und Kreuz wie lahm und zerschlagen vorkommen. Und wie leicht faßt und bewegt der fertige Fahrer die Griffe der Lenkstange! — So geht es mit dem Erlernen einer jeden neuen Bewegungsart. Der Ungeübte, der eine ihm noch unbekannte Bewegungsform koordinieren soll, verbraucht ein ganz bedeutendes Mehr von Muskel- und namentlich von Nervenanstrengung als der Geübte. Aber so wie eine Bewegung gekannt ist, oder doch mit ihren hauptsächlichen Teilen in den Kreis gekannter Bewegungen fällt, so daß die Koordination dieser Bewegung oder doch ihrer Hauptteile bereits geläufig und mehr oder weniger schon mechanisiert ist, vollzieht sie sich mit dem mindestmöglichen Maß von Anstrengung. Sie geht leicht: kein Übermaß von Zusammenziehung haltender Muskeln legt unnötig die Gelenke fest, macht die Gliedmaßen steif, welche durch die bewegenden Muskeln bewegt werden sollen und erschwert so die Arbeit der letzteren. Sie geht in zweckentsprechender Form: keine unnötigen zwecklosen Mitbewegungen unbeteiligter Muskeln finden statt. So findet durch Übung der koordinierende Wille schließlich die richtigste Lösung der gestellten Bewegungsaufgabe und diese richtigste Lösung ist zugleich die kraftsparendste und ihrer äußern Form nach fast stets die gymnastisch schönste.

Geläufigkeit einer Bewegung.

Erstes Lernen von koordinierten Bewegungen beim Kinde.

Die Schulung der koordinierten Thätigkeit beginnt mit unserm Dasein. Das kleine Kind tastet erst mit den Händchen unsicher in der Luft umher, wenn es einen gesehenen und gewollten Gegenstand ergreifen will. Erst nach manchen Versuchen gelingt dies. Allmählich aber wird diese häufig gemachte Bewegung geläufiger und schließlich wird sie zum dauernden Besitz: das Kind hat es allmählich gelernt, irgend einen erreichbaren Gegenstand, wenn es will, sicher, auf dem kürzesten Wege ohne weiteres zu fassen und braucht nicht erst mit Verschwendung von Arbeit rechts und

links daneben zu tasten. In ähnlicher Weise, unter mühsamen zahlreichen Versuchen lernt das Kind grade stehen, gehen, laufen, springen, hüpfen usw. — kurz es bringt einen großen Kreis gekannter Bewegungsformen, die der koordinierenden Willensthätigkeit schon geläufig sind, fertig zur Schule mit. Auf dieser Grundlage nun baut sich die Turnschule weiter auf.

Unser deutsches Turnen in Frei- und Gerätübungen ist in der That eine Schule der Koordination, d. h. der Geschicklichkeit, ist in erster Linie Nerven-, in zweiter erst Muskelgymnastik. Eine vielseitigere Schulung der Koordination, ein mannigfaltigeres System von Koordinationsaufgaben läßt sich nicht denken.

Übungsfolgen des deutschen Turnens.

Erzieherisch ist es durchaus notwendig, die Koordinationsaufgaben in systematischer Folge so zu verknüpfen, daß immer die folgende Übung in Bezug auf Umfang der Koordination und des Kraftaufwandes eine leichte sich steigernde Abänderung der vorhergehenden Übung ist. So entstehen für jede Übungsstunde und für jedes Gerät besondere zusammenhängende Übungsfolgen als Übungsstoff. Nicht plötzlich wird also der Wille vor eine ihm bislang gänzlich unerprobte und unbekannte Kombination von Muskelzusammenziehungen gestellt. Vielmehr soll ein Teil, die Grundform der zu bezwingenden Bewegungsaufgabe, d. h. der Übungsfolge, ihm bekannt und geläufig sein, so daß nur erübrigt, die Abänderungen und Erweiterungen neu zu koordinieren. Die formale Bewegungsschule häuft also eine Unsumme von Bewegungsformen in unserm Zentralnervensystem als Erinnerungsbilder an und ermöglicht letzterem vorkommenden Falls diese erlernten Bewegungen als gekannte, geläufige, ja zum Teil mechanisierte ohne besonderen Neuaufwand koordinierender Thätigkeit sicher und leicht zu wiederholen.

Ausfall der feineren Bewegungsmöglichkeiten im Turnen.

Hier müssen wir aber gleich auf eine Einschränkung aufmerksam machen, welche die formale Bewegungsschule des Turnens thatsächlich in Bezug auf die Koordination der Bewegungen sich auferlegt. Nämlich die ausbildungsfähigste Art der Koordination, das ist die Koordination von Thätigkeiten nur nahe zusammenliegender Muskelbezirke, wird in der Turnschule nicht geübt. Die Zusammenarbeit der Muskeln der Hand (Handfertigkeiten), des Kehlkopfs (Stimmbildung) und dergl. finden außerhalb der Turnschule ihre Ausbildung. Das Turnen befaßt sich mehr mit der Koordination von Bewegungen größerer, entlegener Muskelbezirke des Skeletts. Die feineren Bewegungsmöglichkeiten beschränkter Körperteile, wie es die Gliedmaßen der Hände, die Knorpel und Bänder des Kehlkopfs in Verbindung mit Gaumen, Zunge und Lippen sind, finden hier keine Berücksichtigung. Die deutsche oder Spießsche Turnschule ist also nicht aufgebaut auf der Summe aller Bewegungsmöglichkeiten des Körpers, sondern nur der gröberen Bewegungsmöglichkeiten. Das soll nicht der Vorwurf eines Mangels sein: jene besonderen Arten von Muskelthätigkeit fallen eben nicht in den Bereich der Leibesübungen im landläufigen Sinne. —

Schulung der Geschicklichkeit überhaupt.

Wir sahen oben, daß die Schulung in Geschicklichkeits- und Kraftübungen zur Koordination zunächst nichts anderes heißt, als möglichst zahlreiche — mit der eben betrachteten Einschränkung natürlich — Bewegungsformen zu versuchen, zu beherrschen und die Erinnerungsbilder derselben gewissermaßen im Zentralnervensystem aufzuspeichern. Der Geübte ist so im Besitz einer großen Summe von ihm geläufigen Bewegungsformen. Er kann nach Bedarf mit Leichtigkeit Anwendung von denselben machen. Nun sind aber die abstrakten turnerischen Bewegungsformen namentlich an den Geräten solche, von denen im Leben ein wirklicher Gebrauch kaum je gemacht wird. Ihre Erlernung wäre unnütz — der bezügliche Vorwurf ist dem deutschen Gerätturnen nicht erspart geblieben — wenn wir nicht die gegründete Vorstellung hätten, daß die allseitige, auch in den entlegensten Bewegungsformen erfolgende Bethätigung des Willens die Koordinationsfähigkeit überhaupt, auch für noch un-

gekannte Bewegungen, steigere. Die erlangte Summe von Geschicklichkeit scheint uns nicht allein begründet auf dem durchgeübten und in den Bewegungsorganen aufgespeicherten Material von beherrschten Formen, sondern auch in einer vermehrten Fähigkeit unserer Zentralorgane, für irgend eine auch ganz neue Bewegungsform gleich und sicher die richtigen Wege zu den nötigen Muskeln zu finden. Die formale Bewegungsschule strebt mit einem Wort als Ziel an: die sichere Beherrschung des Körpers in allen Lagen.

Wieviel in diesem Betracht erworbene oder auch angeborene Anlagen mitsprechen, wieweit selbst bei ungünstigen Anlagen, bei plumpem und linkischem Wesen systematisch betriebene Geschicklichkeitsübungen solch Wesen ändern und die Fähigkeit sicherer Beherrschung des Körpers steigern können, das ist eine nicht so ohne weiteres zu beantwortende Frage. Für die gröberen Bewegungen mag sie wohl zu bejahen sein — aber für die besonderen Bewegungen umschriebener Muskelbezirke trifft sie kaum zu. Wenigstens steht jeder Beweis dafür aus, daß das formale Turnen der gröberen Gliedmaßen auch zur leichteren Koordination der feineren Bewegungen, z. B. der Hand beiträgt.

§ 207. Vorheriges Koordinieren.

Vorheriges Koordinieren oder Zurechtlegen einer Übung.

Schon früher bei Besprechung der Reaktionszeit ist erwähnt, daß verwickeltere, wohlkoordinierte Bewegungen eine längere Reaktionszeit bedingen, d. h. vom Willensorgan erst zurechtgelegt, überdacht werden müssen und einer gewissen Überlegungszeit bedürfen. Es gilt daher der Satz: Wohlkoordinierte Bewegungen müssen vorher koordiniert oder zurechtgelegt sein.

Ankündigungs- und Ausführungsbefehl.

Auf dem Turnplatze tragen wir bei den Ordnungs- und Marschübungen, sowie bei den Freiübungen dieser Notwendigkeit dadurch Rechnung, daß wir den Befehl zu einer wohl geordneten Bewegung zerlegen in einen Ankündigungsbefehl — damit jeder Übende die verlangte Bewegung sich schnell erst zurechtlegen kann — und einen nach kurzer Pause folgenden Ausführungsbefehl. Der Ankündigungsbefehl muß entweder die vollständige Bezeichnung der befohlenen Bewegung enthalten (z. B. „Arme aufwärts heben! — hebt!“) oder aber bei besonders häufig wiederkehrenden Befehlen der Kürze halber in eine besondere Befehlsform gebracht sein, welche den Übenden den Zweck des Befehls ganz unzweideutig klar macht. Letzteres ist z. B. bei den Befehlen in unserem deutschen Heere der Fall. Der Soldat weiß beim Marsche, wenn der Ankündigungsbefehl „Bataillon!“ erschallt, daß darauf nur „Halt!“ und wenn es „Ganzes Bataillon!“ heißt, daß darauf nur „Front!“ oder „Kehrt!“ folgen kann. Ebenso folgt auf der Stelle beim Ankündigungsbefehl „Bataillon!“ immer nur „Marsch!“, nach der Ankündigung „Ganzes Bataillon!“ immer nur „Kehrt!“ wenn Frontstellung, „Front!“ wenn Kehrstellung vorhanden ist.

Bei Bewegungen, welche keiner besonderen Koordinationsthätigkeit bedürfen, ist die Trennung von Ankündigungs- und Ausführungsbefehl überflüssig. Soll eine aufgestellte Abteilung Übender stille stehen, so genügt der einfache kurze Befehl „Stillgestanden!“, damit jeder mit einem Ruck sich aufrichtet und stille steht. Und soll nach Beendigung einer Übung die Abteilung aus dem Feststehen zum bequemen Stehen zurückkehren, so genügt der Befehl: „Rührt euch!“ Auch in diesen Fällen die Befehle zu trennen in: „Stehet — fest!“ oder „Rührt — euch!“ ist ebenso überflüssig wie sinnlos.

Aufmerksamkeitsübungen.

Das eben beschriebene vorherige Koordinieren wird vor allem geübt in den sogenannten Aufmerksamkeitsübungen, zu welchen wir die Ordnungsübungen und den Reigen zählen.

Ordnungsübungen.

1. Ordnungsübungen im Gemeinkörper von Übenden mit ihren steten Reihungen, Schwenkungen, Drehungen usw. in mathematischen Linien und Figuren, verlangen unausgesetzte Anspannung und Aufmerksamkeit der Übenden. Stete Aufmerksamkeit ist aber für den Geist das, was anhaltende Anstrengung für den Muskel. Sollen Ordnungsübungen genau und tadellos im Takte gehen, so müssen die wenig zahlreichen, stets wiederkehrenden Bewegungen während des Gehens, wie viertel, halbe, ganze Drehungen, die Reihungen usw. auf den Ausführungsbefehl hin — nachdem der Ankündigungsbefehl vorausgegangen — haarscharf und genau erfolgen, d. h. ebenso schnell wie richtig koordiniert werden. Die Ordnungsübungen sind also eine besondere Art von Koordinationsübung, eine Übung, die in ihrer äußersten Ausbildung, wie sie besonders auf den militärischen Exerzierplätzen statthat, Drill genannt wird.

Reigen.

2. Beim Reigen, der aus einer Folge von Bewegungen eines Gemeinkörpers von Übenden in rhythmischer Verbindung mit einer Liedweise oder einem Musikstück besteht, fallen die Befehle fort und an deren Stelle tritt das Erinnerungsbild der ganzen, die Liedweise begleitenden und unter Umständen den Inhalt der Liedstrophe sinnlich darstellenden Bewegungsfolge. Die Reigen belasten daher nicht nur die Aufmerksamkeit sondern auch das Gedächtnis.

Übungswert der Aufmerksamkeitsübungen.

Daß den Aufmerksamkeitsübungen, d. h. den Ordnungsübungen und Reigen, als Übungen im Gemeinkörper im erzieherischen Sinne ein gewisser eigenartiger Übungswert innewohnt, soll nicht in Abrede gestellt werden. Denn jeder einzelne Übende ist hier zwar ein Glied des Ganzen, muß aber für sein Teil vollste Aufmerksamkeit auf richtige und prompte Bethätigung wenden, soll nicht das Ganze Schaden leiden und die Bewegung des Gesamtkörpers mißlingen.

Andererseits bieten aber die Ordnungsübungen und Reigen eine so geringe Muskelarbeit, daß sie für Muskelübung und Stoffwechsel, ebenso wie für die Organthätigkeiten des Kreislaufs und der Atmung so gut wie vollständig bedeutungslos sind. Nur ein einziges Organ wird durch sie stärker in Anspruch genommen, ja angestrengt: das ist das Gehirn.

Bei Kindern, welche geistig in der Schule bereits angespannt sind, sind diese Übungen, wenn sie einen größeren Raum im Schulturnen einnehmen, nichts als eine weitere Belastung der Hirnthätigkeit, ja in Turnstunden, denen eine Anzahl anstrengender Schulstunden bereits voranging, eine Überlastung.

Ordnungsübungen als besondere „Turnart“ zu pflegen, heißt die ohnehin knapp bemessene Zeit für Leibesübungen der Jugend mißbrauchen. Die Ordnungsübungen sollen in der Regel nur den Zweck haben, eine geordnete Aufstellung zur Vornahme von Frei-, Hantel- oder Stabübungen zu gewinnen. Im übrigen sind sie durch kräftige Marschübungen bei der männlichen Jugend zu ersetzen, Übungen, bei denen es darauf ankommt, wie gegangen wird, und nicht welche geometrischen Figuren, welche „Kombinationen und Variationen“ abspaziert werden.

Was die Reigen betrifft, so haben dieselben nur als Schaustücke bei besonderen festlichen Vorführungen einmal Anwendung zu finden. Die Einübung dazu darf aber nicht auf Kosten des kräftigenden wirklichen Turnens geschehen. —

Zurechtlegen der Bewegungen beim Geräteturnen.

In anderer Weise als bei den Aufmerksamkeitsübungen wird bei den Turnübungen an den Geräten Gelegenheit geboten, jede auszuführende Übung vorher zu koordinieren. Der Vorturner kann sich in aller Ruhe seine vorzuturnende Übung im Geiste zurechtlegen, ebenso die Nachturnenden, mögen letztere nun einzeln, wie beim Riegenturnen, oder zu mehreren gleichzeitig, wie beim Gemeinturnen, an die Geräte herantreten. Es ist dem Nachturnenden ferner durch das Vorbild des Vorturners oder des Lehrers die Koordination ganz wesentlich erleichtert. Eine schwierigere Übung, die man ein- oder mehrmal von anderen vorgeturnt sieht, ist natürlich

viel leichter zurechtzulegen und auszuführen, als wenn sie ohne Vorbild, etwa auf bloßen Befehl ausgeführt werden müßte. Eine andere wesentliche Beihilfe der Koordination bildet ferner, wie schon früher erwähnt, die Auswahl und Anordnung der nacheinander auszuführenden Übungen derart, daß dieselben jedesmal der Bewegungsform nach zusammenhängende, vom leichteren zum schwereren fortschreitende Übungsgruppen darstellen. Dadurch, daß die Grundform, auf welche eine solche Übungsgruppe sich aufbaut, immer ganz oder teilweise wiederkehrt, also bald geläufiger wird, brauchen nur die Abänderungen und fortschreitenden Erweiterungen neu koordiniert zu werden. Das erleichtert, wie die Erfahrung vom Turnplatze genugsam zeigt, ungemein die richtige Abschätzung des aufzuwendenden Kraftmaßes.

§ 208. Plötzliche Koordination.

Plötzliche Koordination.

Unsere turnerischen Geschicklichkeitsübungen erschöpfen noch in einem anderen Betracht nicht alle Seiten der Nervengymnastik. Nämlich es macht für die Koordination von Bewegungen einen großen Unterschied, ob der Übende sich die zu machende Bewegung vorher in seinem Geiste zurechtlegen kann, oder ob *schnellstens*, ob *plötzlich koordiniert* werden muß. Eine wohl koordinierte Bewegung erfordert, wie wir gesehen haben, Überlegungszeit, wie jeder Denkakt sie fordert. Nur langsame Bewegungen können während der Ausführung, schnelle Bewegungen müssen vorher koordiniert werden. Nun kommen aber — und zwar gar nicht selten im Alltagsleben! — auch Fälle vor, wo ganz plötzlich herantretenden Bewegungsanforderungen entsprochen werden muß und zum Zurechtlegen, zum Überdenken der auszuführenden Bewegung keine Zeit verloren werden darf. Dies gelingt nur auf Kosten der Genauigkeit der Koordination, d. h. *plötzlich koordinierte Bewegungen fallen stets unordentlich aus*. Es kommt bei solchen Bewegungen *nicht* auf die *wohlgeordnete Form* an, die dargestellt werden soll, sondern lediglich auf den *zu erreichenden thatsächlichen Zweck*. Einem daherfliegenden Steine weiche ich schnellstens aus, ohne mich darum zu kümmern, ob dies in bestimmter schöner Bewegungsform geschieht. Ein Ballspieler sucht den Ball aus der Luft zu haschen, gleichviel mit welcher Armbewegung — wenn er ihn nur fängt! Und wenn er den Ball verfehlt hat, so macht er nicht vorschriftsmäßig erst auf dem linken Fuße Kehrt, sondern er sucht schnellstens seinem Ball nachzulaufen, *ganz gleich wie*. Weiter: gilt es beim Hindernislauf Planken oder Mauern zu überwinden, so überklettert man solche so schnell wie nur möglich, ohne erst lange zu überlegen, ob dies in Form einer erlernten kunstgerechten Übung geschehen könne. Zwar hat Du Bois-Reymond in seiner Rede über die Übung gerade darin den Unterschied zwischen englischer und deutscher Leibeserziehung erblicken wollen, daß es dem englischen Knaben in solchem Falle auf schnellstes, wenn auch kunstloses Überklettern ankomme, während der deutsche Knabe seine kunstgerechte Flanke oder Kehre mache. Du Bois übersieht aber, daß der Engländer schon längst hinüber ist, während der deutsche Turner sich erst überlegt, an welcher Stelle des Hindernisses er am besten seine Kunstübung anstellen und wie großen Anlauf er nehmen soll, oder wenn er gar nach mißlungenem Versuch seine Übung wiederholt. Nichts kommt eben in solchem Falle auf die kunstgerechte Form, dagegen alles auf den thatsächlichen Zweck schnellsten Überwindens des Hindernisses an. Bei der Wichtigkeit, welche das schnellste und sichere Überwinden von Hindernissen als Kriegsübung gerade den heutigen Feuerwaffen gegenüber besitzt, sei dies besonders hervorgehoben. —

Solche Übung in plötzlichen, schnellsten Bewegungen, die Übung der *Schnelligkeit der Innervation*, ist eine wohl berechtigte, ja wichtige Seite der Nerven-

Geistesgegenwart und Schlagfertigkeit.

gymnastik. Sie verdient zum Zweck einer harmonischen Leibeserziehung dieselbe sorgsame Pflege wie die Ausbildung in wohlkoordinierten überlegten Bewegungen. Die Eigenschaften, welche so erworben werden sollen, sind Geistesgegenwart und Schlagfertigkeit.

In der formalen Bewegungsschule des Schulturnens, mag es deutsch oder schwedisch heißen, wo es sich um Geschicklichkeits- und Kraftübungen handelt, die auf Befehl oder nach dem gegebenen Vorbild des Vorturners bezw. Lehrers ausgeführt werden, und wo der koordinierenden Überlegung überall genügender Spielraum gegeben ist, findet die Ausbildung zu plötzlichen Bewegungen, d. h. die Ausbildung zur Schlagfertigkeit keine Stätte. Diese wichtige Seite der Nervenübung bleibt hier unberücksichtigt. Es sind die Schlagfertigkeitsübungen, welche diese Lücke ausfüllen und somit einen wesentlichen Bestandteil rechter erzieherischer Leibesübung ausmachen.

Schlagfertigkeitsübungen.

§ 209. Die Schlagfertigkeitsübungen.

Zu den Übungen der Schlagfertigkeit zählen wir das Fechten, das Ringen und vor allem die verwickelteren und feineren Lauf- und Ballspiele. Von diesen Übungen rechnen wir nach ihrem sonstigen Übungswert, nach ihrer sonstigen körperlichen Einwirkung das Fechten zu den Geschicklichkeits- und lokalisierten Kraftübungen, das Ringen mehr zu den allgemeinen Kraftübungen, das Spiel zu den Schnelligkeits- und Geschicklichkeitsübungen.

Spiele, Fechten und Ringen.

Was aber den Spielen, dem Fechten und dem Ringen nach der Seite der koordinierenden Willensthätigkeit eigen und gemeinsam ist, ist folgendes:

1. Die Bewegungen erfolgen nicht nach dem Befehl des Lehrers, nicht nach der Vorschrift und dem erleichternden Vorbild des Vorturners, sondern auf selbstgefaßten freien Entschluß gemäß den plötzlich eintretenden Ereignissen und Lagen im Verlauf eines Fechtganges, eines Ringkampfs oder eines Spiels.

2. Die zu machenden Bewegungen brauchen nicht in einer vollendeten, kunstgerecht genau umschriebenen und wohlkoordinierten Form zu erfolgen: es kommt bei ihnen vor allem darauf an, einen bestimmten Zweck sicher zu erreichen. Es gilt, über den Gegner, unter Ausnützung jeder im Verlauf des Kampfes sich darbietenden augenblicklichen Gelegenheit, Vorteile zu erringen oder Angriffe, mögen sie auch noch so unversehens erfolgen, unwirksam zu machen. Es gilt im Spiel im rechten Augenblick das Ziel zu erreichen, dem angreifenden Gegner auszuweichen, dem dahinsausenden Ball geschickt zu folgen, den im Fluge enteilenden Gegner zu treffen usw.

3. Auffassung der Lage, Entschluß, Ausführung des Entschlusses müssen im selben Moment blitzschnell erfolgen, die Bewegungen sind plötzlich zu koordinieren. Überlegungszeit ist nicht gegeben.

Die somit nötige Abkürzung der Reaktionszeit auf das denkbar geringste Zeitmaß geschieht, wie oben schon ausgeführt, durch einen Vorgang innerer Anspannung welche das gesamte Nerven- und Muskelsystem in erhöhte Erregbarkeit versetzt. Solche Anspannung und erhöhte Erregbarkeit ist z. B. für eine einmalige kurze Weile vorhanden bei dem Wettläufer, der gespannt dasteht, um beim Ablaufzeichen unverzüglich, „wie aus der Pistole geschossen" in voller Bewegung zu sein.

Beim Fechten und Ringen muß solche Anspannung während der ganzen Dauer des Kampfes mausgesetzt innegehalten werden. Die Folge ist denn auch, daß diese Übungen bei längerer Dauer eben durch diese anhaltende erhöhte Erregung das Nervensystem außerordentlich ermüden und erschöpfen — ganz abgesehen von der aufzuwendenden Muskelleistung.

Besonderer Wert der Spiele.

Anders bei den Spielen. Hier ist solche Spannung und „Sprungbereitschaft" nur für besondere Augenblicke des Spiels erforderlich. Hier wechselt Anspannung fortwährend mit Pausen der Entspannung oder der Erholung. So wird beim Spiel übermäßige Aufregung und erschöpfende Nerventhätigkeit vermieden.

In der für das ganze Wesen und für zahlreiche Lagen des Lebens so wichtigen Übung der Schlagfertigkeit, der Geistesgegenwart, der Schnelligkeit der Innervation ist daher das Spiel die zuträglichste und namentlich in den Jugendjahren bis nach vollzogener Entwickelung die bestgeeignete Form. Dies um so mehr, als die feineren Spiele gegenüber dem Fechten und Ringen eine ungleich größere Verschiedenheit von Zufällen und von besonderen, so noch nicht dagewesenen Lagen zeitigen. Sie sind wechselvoller in ihrem Verlaufe.

Verschiedener Übungswert der einzelnen Spiele.

Allerdings walten hier bei den verschiedenen Spielen große Unterschiede ob. Je wechselvolleren und mannigfaltigeren Verlauf ein Spiel gestattet, je mehr es den Spieler den mannigfachsten und unvorhergesehenen Lagen gegenüberstellt, denen er sich ohne Verzug gewachsen zu zeigen hat, um so übender ist solch Spiel zur Entwickelung der Schlagfertigkeit.

Die niederste Stufe nehmen in diesem Betracht alle die mannigfachen Kinderspiele ein, deren hauptsächlicher und heilsamer Zweck das fröhliche Tummeln einer größeren Schar, das Regen und Bewegen in harmloser Freude und Lust ist. Diese Spiele geziemen der frühen Jugend der Kindeszeit bis zur Grenze der beginnenden Entwickelungsjahre.

Eine untergeordnete Rolle ist es auch, welche die Scherzspiele beanspruchen können, wenngleich manche, wie z. B. das Drittenabschlagen einige Gewandtheit darzuthun gestatten.

Erst die ausgebildeteren Kampfspiele zweier Parteien von Spielern gegeneinander geben Gelegenheit, Geweckтheit, Umsicht, Geistesgegenwart, Schlagfertigkeit zu üben und zu bewähren. Dies in vollem Maße allerdings erst dann, wenn es sich um wirklich geübte und fertige Spieler handelt, denen die Spielregeln vollkommen geläufig sind und welche die zu dem betreffenden Spiel nötigen Fertigkeiten, wie sicheres Schlagen, Treten, Werfen oder Fangen des Balles usw. sicher und gut beherrschen. Erst wenn diese Vorbedingungen bei den gegeneinander spielenden Mannschaften vorhanden sind, treten alle die Feinheiten eines Spiels zu Tage, welche dasselbe zu einem fesselnden Schauspiel gestalten, und in unvergleichlicher Weise alle jene wertvollen geistigen Eigenschaften zu entwickeln gestatten. Hier erwirbt sich die Jugend Schlagfertigkeit des ganzen Wesens, augenblickliche Entschlußfähigkeit und Umsicht, hier wo jeder Spieler in der ihm zugeteilten Rolle auf sich selbst gestellt ist und für den Vorteil seiner Partei mit verantwortlich ist, wird er zu selbständigem Handeln erzogen. Daher der besondere Übungswert vor allem unseres deutschen Schlagballspiels in seinen besser entwickelten Formen; ferner des Barlaufs des Stoß- und Schlenderballs. Hervorragend feine Ausbildung haben ferner in England das uralte Fußballspiel und der Thorball erhalten. Mit Dank haben wir diese Spiele auf unsere deutschen Spielplätze verpflanzt, und treiben sie nach unserer Art. Thorheit wäre es, jene in erzieherischem Sinne so unvergleichlich wertvollen Spiele zurückweisen zu wollen, weil sie nicht auf deutschem Boden erwachsen sind, und weil sie in der Hand berufsmäßiger Gewinnjäger in England und Nordamerika unschöne Entartung erfahren haben. Wollen wir etwa das Gerätturnen verwerfen, weil seine Gipfelübungen an die halsbrecherischen Künste, wie sie in Rauchtheatern dargeboten werden, heranreichen und zu diesen überleiten?

Reflex-bewegungen.

§ 210. Die Reflexbewegungen.

Bei den in den vorigen Abschnitten behandelten Bewegungen, mochten dieselben nun sich als wohlgeordnete überlegte Bewegungen oder als mehr ungeordnete, plötzlich koordinierte kennzeichnen, geschah der Bewegungsantrieb bewußt durch die Willensthätigkeit. Außerordentlich zahlreiche Bewegungen jedoch vollziehen sich ohne Inanspruchnahme von Willensarbeit, lösen sich innerhalb unseres Nervensystems entweder ganz selbstthätig aus, wie die Reflexe und automatischen Bewegungen, oder vollziehen sich schon auf ganz geringen Willensanstoß wie die halbautomatischen Bewegungen. Ein großer Teil all dieser Bewegungen trägt äußerlich vollkommen den Charakter des Zweckmäßigen und willkürlich Beabsichtigten. Eine feste Grenze zwischen unwillkürlichen und willkürlichen Bewegungen ist durchaus nicht überall zu ziehen.

Reflex. Was zunächst die Reflexe betrifft, so verstehen wir unter einem Reflex eine Bewegung, die selbstthätig hervorgerufen wird durch Erregung eines Empfindungsnerven. Dabei ist die Thätigkeit des Willensorgans ausgeschlossen und die Reflexbewegung löst sich schneller aus als eine willkürliche.

Nehmen wir ein Beispiel. Legt man ein Bein über das andere, wobei der Unterschenkel des übergeschlagenen Beines ruhig herabhängt und führt mit dem Kleinfingerrande der flachen Hand einen leichten Schlag auf die Sehne des vierköpfigen Schenkelstreckers dicht unter der Kniescheibe, so macht der Schenkelstrecker unwillkürlich eine zuckende Bewegung, so daß der herabhängende Unterschenkel eine kurze schnellende Bewegung nach vorwärts macht. Diese Bewegung ist ein Reflex, vollzieht sich ohne den Willen.

Denke ich mir direkt auf dieselbe Stelle am Knie einen spitzen Stab gerichtet, der eben anfängt, die Haut anzubohren, so daß dies schmerzhaft empfunden wird, so kann ich genau mit der gleichen Bewegung den Unterschenkel emporschnellen, um das schmerzbringende Werkzeug hinwegzutreten. Das wäre eine willkürliche Bewegung.

Weg einer willkürlichen Bewegung.

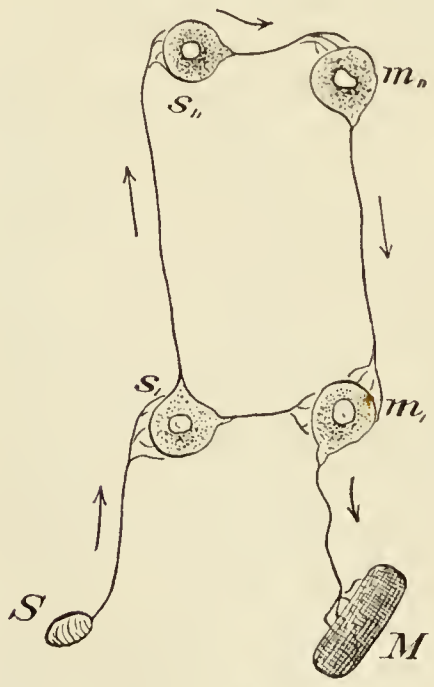


Fig. 330.

Was geht nun in beiden Fällen vor? Es bedeute in beistehendem Schema (Fig. 330 u. 331) S die Endigung eines Sinnesnerven, etwa ein Tastkörperchen in der Haut unter der Kniescheibe, M ein Muskelbündel, im vorliegenden Beispiel des vierköpfigen Schenkelstreckers. Von dem Tastkörperchen S leitet der Empfindungsnerv hin zunächst zum Rückenmark und tritt dort in Beziehung zu der Empfindungszelle niederer Ordnung s, (Ganglienzelle des Hinterhorns). Von dieser wird die Empfindung im Rückenmark aufwärts zum Gehirn durch eine Empfindungsfaser geleitet und diese Faser tritt im Gehirn in Beziehung zu der Empfindungszelle höherer Ordnung s,,. Hier wird die Reizung des Tastkörperchens S erst bewußt empfunden.

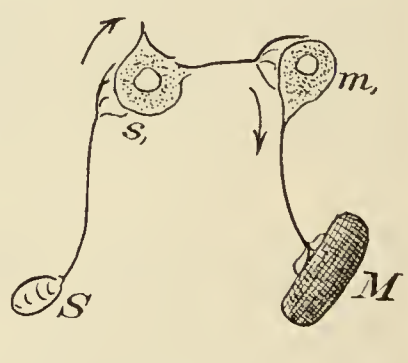


Fig. 331.

Die unangenehme schmerzhafte Empfindung zeitigt sofort den Entschluß die Ursache des Schmerzes zu beseitigen. Die Erregung wird daher auf die Bewegungszelle höherer Ordnung m,, im Gehirn übertragen, läuft an der hier ausgehenden Bewegungsfaser hinab zu der Bewegungszelle niederer Ordnung m, (Ganglienzelle des Vorderhorns des Rückenmarks) und überträgt sich weiter durch den aus dem Rückenmark austretenden Bewegungsnerven auf den Muskel M und vermag diesen zur Zusammenziehung, d. h. zu der bewußt gewollten Bewegung zu bringen.

Reflexbogen.

Die durch Reizung des Tastkörperchens S hervorgerufene Erregung kann aber auch einen anderen als den beschriebenen Weg nehmen. Erinnern wir uns, daß oben bei der kurzen Beschreibung des Faserlaufs in Hirn und Rückenmark (§ 202) auf direkte quere Verbindungen der Empfindungs- und der Bewegungsfasern im Rückenmark hingewiesen ist. Die auf die Empfindungszelle niederer Ordnung s, übergegangene Erregung kann also auch innerhalb des Rückenmarks sofort übergeleitet werden auf die Bewegungszelle m,, und von da hinablaufend zum Muskel M diesen zur Zusammenziehung bringen. Dieser kürzere Weg zwischen Sinneszelle und Muskelfaser quer durch das Rückenmark oder das verlängerte Mark heißt ein Reflexbogen. Dabei ist also der Weg zum Sitz der bewußten Empfindungen und willkürlichen Thätigkeiten im Gehirn ausgeschaltet, es fällt die für diese Leitung und diese Thätigkeiten erforderliche Reaktionszeit weg. Daher löst sich die Reflexbewegung auch schneller aus als eine willkürliche.

Einfacher Reflex.

Man unterscheidet: a) Einfache Reflexe, bei denen es sich um Zusammenziehung nur eines Muskels auf bestimmten Sinnesreiz handelt. Beispiel: Bei starkem Lichtreiz (Sehen in ein Licht, in die Sonne) verengert sich unwillkürlich die Pupille durch Zusammenziehung des Schließmuskels der Regenbogenhaut des Auges. — Kommt ein Gegenstand dem Auge nahe, so wird unwillkürlich die Augenlidspalte durch Zusammenziehung des Kreismuskels des Auges augenblicklich geschlossen.

Ausgebreitete wohlgeordnete Reflexe.

b) Ausgebreitete wohlgeordnete Reflexe. Bei diesen Reflexbewegungen, welche meist den Charakter des Zweckmäßigen an sich tragen, löst ein äußerer Reiz eine wohlgeordnete umfangreiche Bewegung zahlreicher Muskeln aus. Hierhin gehört die vom Schlundkopf ab selbstthätig ohne Willenseinfluß sich vollziehende Schlingbewegung; die Brechbewegung; das zur Entfernung eines Fremdkörpers (Schleim usw.) aus den Luftwegen dienende Husten; das Niesen usw. Reflektorisch erfolgen ferner auch: die Absonderung des Mundspeichels beim Kauen; die Verengerung und Erweiterung der Hautblutgefäße; die Schweißabsonderung bei Kälte- oder Wärmeempfindung.

Reflexhemmung.

Wie aus den genannten Beispielen erhellt, sind es sowohl willkürliche wie unwillkürliche Muskeln, welche bei Reflexerregung sich zusammenziehen können. Während aber bei den unwillkürlichen glatten Muskeln unser Wille keinerlei Einfluß auf den Reflexvorgang besitzt, kann hinsichtlich der von willkürlichen Muskeln ausgeführten Reflexbewegungen unser Wille bis zu einem gewissen Grade die Reflexbewegung hemmen und unterdrücken. Auf die Verengerung der Pupille hat unser Wille keinerlei Einfluß. Dagegen kann man, wenn ein Gegenstand gegen das Auge geführt wird, durch Willensanstrengung das Auge offen halten und den reflektorischen Lidschluß verhindern. So kann man auch einen Hustenanfall, so kann man den Nießakt bei Kitzelgefühl in der Nase, so kann man das Lachen bei Kitzeln der Haut unter der Achselhöhle eine Zeitlang unterdrücken oder verbeißen. Hält aber der Reiz in der Kehle (z. B. durch Verschlucken), hält der Kitzel in der Nase, hält das Kitzeln der Haut und dergleichen länger an, so siegt die Reflexanregung über den hemmenden Willen und die Entladung des Reflexvorganges erfolgt nur um so gewaltsamer (Ausplatzen).

Reizung von Gefühlsnerven.

Auch durch Reizung eines anderen Gefühlsnerven vermag man zuweilen die Reflexbewegung zu unterdrücken, z. B. durch starkes Reiben an der Nase den zum Niesen führenden Kitzel, durch Beißen auf die Zunge den Lachreiz. — In ähnlicher Weise unterdrücken starke Reizungen von Gefühlsnerven nicht nur die Reflex-, sondern auch die willkürlichen Bewegungen. So wirkt z. B. heftiger Leibschmerz geradezu lähmend, macht unfähig zum Gehen und zu sonstigen Bewegungen, wirkt „übermannend“.

Automatische Erregungen.

§ 211. Automatische Erregungen.

Während jeder Reflexvorgang sinnfällig sich auf einen bestimmten Reiz, auf die Erregung eines Gefühlsnerven hin sich auslöst, werden andere Erregungen auf die Muskeln scheinbar ohne äußere Veranlassung, rein selbstthätig oder automatisch übertragen. Es giebt zweierlei Arten solcher Erregungen.

Tonische Automatie.

1. Sie können dauernde sein und ohne Unterbrechung fortbestehen. Hierher gehört die stets vorhandene leichte Spannung der gesamten Muskulatur des wachen thätigen Menschen, der „Tonus" der Muskeln. Nur tiefer Schlaf hebt diese Spannung auf und „löst die Glieder". Diesen Zustand stetiger vom Zentralnervensystem, und zwar vom Rückenmark selbstthätig ausgehender Erregung nennen wir tonische Automatie.

Rhythmische Automatie.

2. Die Erregungen sind unterbrochene und veranlassen in stetem rhythmischen Wechsel Bewegung und Erschlaffung: rhythmische Automatie. Als solche selbstthätig rhythmisch erfolgende Bewegungen haben wir den Herzschlag und die Atmung kennen gelernt und gesehen, welchen Beeinflussungen der rhythmische Gang dieser selbstthätigen, unausgesetzt im Wachen wie im Schlaf das ganze Leben hindurch erfolgenden Bewegungen ausgesetzt ist.

Halbautomatische Bewegungen.

§ 212. Halbautomatische Bewegungen.

Eine einzelne Bewegung, selbst verwickelter Art, wird, wenn oft in derselben Weise ausgeführt, der koordinierenden Willensthätigkeit immer mehr geläufig. Ihr Erinnerungsbild ist in den Zentralorganen aufbewahrt, und so bedarf es bei einer Wiederholung solcher Bewegung keiner mühsamen Koordinationsthätigkeit mehr, sondern sie erfolgt bei leichtem Willensanstoß fast von selbst, sie ist, wie früher dargethan, „mechanisiert". Zahlreiche zunächst willkürliche Bewegungen des Alltagslebens erfolgen so schließlich mechanisch. Wer gewohnt ist, stets einen Stock oder Schirm bei seinen Ausgängen zu tragen, greift beim Verlassen eines Hauses auch ganz mechanisch nach diesem Begleitstück; wer nur einmal bei Regenwetter einen Schirm mitnimmt, bedarf beim Ausgehen dann stets eines besonderen Erinnerungsaktes — und läßt daher den Schirm häufig stehen. — Wer seine Wohnung verändert hat, wird in der ersten Zeit, wenn er über irgend einen fernliegenden Gegenstand nachdenkend draußen dahinschlendert, sich unvermerkt auf dem Wege zur früheren Wohnung finden. Ganze Bewegungsreihen können derart zu mechanisch ausgeführten werden und verlieren den Charakter reiner Willkürhandlungen.

Vor allem aber mechanisieren sich leicht und werden zu halbautomatischen Bewegungen solche Bewegungsformen, die entweder der tonischen oder der rhythmischen Automatie entsprechen.

Gleichgewichtserhaltung.

1. Der tonischen Automatie entspricht besonders die halbautomatisch erfolgende, d. h. fast selbstthätige Gleichgewichtserhaltung durch dauernde Muskelspannung. Die Erhaltung des Gleichgewichts, für welche große Muskelgruppen in Anspruch genommen werden (s. o. Gleichgewichtsübungen § 32), ist eine schwierige und mühsame bei noch ungewohnten Haltungen und bei Verschiebungen des Schwerpunktes, während sie dem koordinierenden Willen gar nicht mehr zum Bewußtsein kommt, d. h. halbautomatisch geworden ist, bei alltäglichen gewohnten Bewegungsformen. Und doch muß auch bei diesen die Koordination der das Gleichgewicht erhaltenden Muskeln erst mühsam erlernt werden. Wie unsicher ist das Kind bei seinen ersten Versuchen zu stehen; wie oft purzelt es hin, wenn es zuerst das Gehen erlernt, und späterhin das Laufen und Springen! Je geläufiger aber diese Bewegungen werden, um so mehr verbindet sich die Gleichgewichtserhaltung selbstthätig mit denselben. Welche Schwierigkeit

macht ferner dem angehenden Radfahrer bei seinen ersten Versuchen die Erhaltung des Gleichgewichts! Wie unsicher fühlt er sich auf der schwankenden Maschine, und wie krampfhaft arbeiten seine Muskeln bis zur schweißtreibenden Anstrengung! Erst nach wiederholten Übungen verliert sich langsam diese Unsicherheit, und wird der überflüssige Kraftaufwand vermieden.

Der geübte Fahrer aber empfindet überhaupt nicht mehr, daß andauernde Spannungen der Becken- und Rückenmuskeln notwendig sind, um den Rumpf auf dem Sattelsitz sicher zu balancieren.

Halbautomatische Änderung der Gleichgewichtslage.

Wird der Körper schnell über eine stark gekrümmte Linie — z. B. Kreislinie, Spirale oder Teile solcher — bewegt, so sucht die Centrifugalkraft den bewegten Körper aus dieser Linie in der Richtung der Tangente nach außen hinauszuschleudern. Um dem entgegenzuwirken, wird die Schwerlinie des Körpers gegen das Zentrum des zu passierenden Kreisbogens hin geneigt, und zwar um so stärker, je kleiner der durcheilte Kreisbogen und je schneller die Fortbewegung ist. Wir sehen diese Neigung der Längsachse des Körpers beim Bogenfahren der Eisläufer, bei Pferd und Kunstreiter im Zirkus, beim Kurvenfahren des Radfahrers, beim Kreis-, Schlängel- oder Schneckenlauf des Turners. Das nötige Maß der Körperneigung bei solchen Bewegungen, durch Erfahrung und Übung erst gewonnen, wird schließlich in zutreffender Weise ganz selbstthätig dem Grad der Bewegung und der Krümmung des zu durchmessenden Weges angepaßt, ohne daß sich der Schlittschuhfahrer, der Radler oder der Läufer jedesmal über die wirksamen Kräfte Rechenschaft abzulegen braucht, und mit bewußtem Willensakt seine Haltung für jeden Moment entsprechend einrichtet.

So vollzieht sich die Koordination der Gleichgewichtserhaltung selbstthätig nicht nur für bestimmte gewohnte Stellungen oder für geradlinige gleichmäßige Bewegungen, sondern auch für mancherlei häufiger geübte Änderungen der Gleichgewichtslage, wovon die Neigung des Körpers beim Durchmessen von Kreisbogen nur ein Beispiel bildet. —

Die Nervenzentren der Koordination für die Gleichgewichtserhaltung befinden sich im Klein- und Mittelhirn.

Rhythmische halbautomatische Bewegungen.

2. Wichtiger als die halbautomatische Gleichgewichtserhaltung sind für das Gebiet der Leibesübungen diejenigen halbautomatischen Bewegungen, welche in regelmäßigem Rhythmus erfolgend, der rhythmischen Automatie entsprechen. Hierhin gehören die verschiedenen Schnelligkeits- und Dauerbewegungen. In erster Linie ist es das Gehen, welches so zu einer halbautomatisch, nach geringstem Willensanstoß fast von selbst erfolgenden Bewegung wird. Alltäglich ausgeführt, bewahrt das Rückenmark ein sicheres Erinnerungsbild des Ganges mit allen seinen Besonderheiten und löst die Gehbewegungen aus ohne Inanspruchnahme der koordinierenden Willensthätigkeit. Nicht jede Art von Gang, sondern den „gewohnten“ Gang, und zwar wird dieser sowohl nach Art des Rhythmus, wie der Schnelligkeit, wie des Kraftmaßes stets in derselben Weise selbstthätig reproduziert — wenn nicht mittels besonderer fortgesetzter Willensakte der gewohnte Gang zeitweilige Abänderungen erfährt, langsamer oder schneller, ausholender oder kurzschrittiger usw. erfolgt. Je nach Erziehung und Charakter ist einem jeden Menschen eine besondere Gangart als die gewohnte eigentümlich, bildet einen bezeichnenden Teil des ganzen Wesens eines Menschen. Bei dem einen unruhig hastend, beim anderen lässig bequem, bald in selbstbewußter, straffer, herausfordernder Haltung, bald mit schlaffen, schwächlichen, schiebenden Bewegungen, mit Hin- und Herwiegen des Rumpfes usw. So wird die Art des Ganges zu einem Abbild des Charakters. „Schon von fern, „sagt Jäger in seiner Neuen Turnschule“, schon im Trittklang, ja noch in der bloßen Trittspur, seiner „Fährte“, kündet uns auch der Gang die Geistesgestalt, den Mann unseres

Der gewohnte Gang.

Feststehens, den zweck-, pflicht-, arbeits-, kampfesfreudigen Geist, welcher, Meister über Eigen- wie Fremdlast, eben auch ein Stück unserer Freiheit und Ehre ist."

Genau so wie der Gang mit allen seinen Besonderheiten zu einer fast automatisch erfolgenden Bewegung wird, verhält es sich auch mit anderen Schnelligkeitsbewegungen. So mit dem Lauf, soweit er lediglich eine schnellere Form der Fortbewegung darstellt (Dauerlauf) und nicht zum anstrengenden Schnell- oder Wettlauf wird. Ebenso gewöhnt sich der Ruderer eine ganz bestimmte Art des Ruderns mit stets gleichem Zeit- wie Kraftmaß und gleicher Form der Bewegung an und führt diese halbautomatisch aus, solange nicht besondere Anforderungen an Schnelligkeit, besondere Strom- oder Windverhältnisse eine andere Art der Ruderarbeit als die gewohnte verlangen. Ähnlich verhält es sich weiterhin mit dem Radfahren, bei welchem ebenfalls eine gewisse Schnelligkeit und Form als die gewohnte sich für jeden herausbildet und fast mechanisch wird, es verhält sich endlich auch so mit dem Schwimmen.

All diesen halbautomatisch gewordenen Bewegungsformen ist gemeinsam: 1. daß sie in regelmäßigem Rhythmus erfolgen; 2. daß sie keine starke Anstrengung bedingen, sondern auf große Muskelgebiete verteilte Arbeit erfordern, die nur allmählich zu hohen Arbeitssummen heranwächst.

Eingewöhnung halbautomatischer Bewegungsformen.

Da diese Bewegungsformen wichtige Leibesübungen darstellen, bei welchen es auf vollkommene Haltung, auf Schönheit und Kraft der Bewegung, auf Schnelligkeit und Leistungsfähigkeit ankommt, so ist es notwendig, ihre Eingewöhnung in vollkommenster Art und Weise zu bewerkstelligen. Unser Rückenmark übt keine gymnastische Kritik: wird eine Bewegung immerzu mit denselben Fehlern und Unvollkommenheiten ausgeführt, so wird eben diese mangelhafte Ausführung geläufig und halbautomatisch. Solche eingewöhnten mechanisch stets wiederkehrenden Mängel zu beseitigen, das Gesamte der Bewegung in neuer, verbesserter Form dem Rückenmark als Erinnerungsbild einzuprägen, wird immer schwieriger. Wird dagegen bei der ersten Einübung stets streng auf beste Form gehalten, so ergiebt sich eine immerzu gleich gute Ausführung (ein guter „Stil") schließlich von selbst und bleibt als anerzogener dauernder Gewinn.

So werden z. B. bei der Aufzucht von Rennpferden zuvörderst ganz leichte Jungen als Reiter verwendet, damit das Pferd unter möglichst geringer Last sich bequem und spielend eine schnellste Gangart angewöhne. Wenn diese dann schließlich zur gewohnten Gangart geworden ist, stetig in gleichem Stil halbautomatisch erfolgt, dann wird auch die Belastung durch einen schwereren erwachsenen Reiter die erworbene gute Bewegungsform nicht mehr ändern und beeinträchtigen. Sie bleibt dem Tiere dauernd eigentümlich.

Am leichtesten geschieht eine gute Eingewöhnung bei noch ungekannten Bewegungsarten, wie z. B. Rudern, Radfahren, Schwimmen. Aber gerade darum kommt soviel darauf an, daß der erste Unterricht in solchen Übungen von tüchtigen Lehrern erteilt werde, welche von vornherein und unbedingt auf gute Form halten und nicht sich einbilden, daß immer wiederkehrende Fehler schließlich bei besserer Übung von selbst verschwänden.

Umbildung der gewohnten Gangart.

Was das Gehen betrifft, so hat man beim Schüler vielfach mit längst schon vorhandenen schlechten Gewohnheiten, mit lässiger Haltung, rundem Rücken, schlottrigen gekrümmten Knieen und dergleichen zu thun. Soll in solchen Fällen die gewohnte Gangart umgebildet und derart verbessert werden, daß gute straffe Haltung, weites Ausschreiten und munteres Zeitmaß auch für den gewohnten Gang als dauernder Erwerb verbleiben, so bedarf es einer kräftigen Schulung in Geh- und Marschübungen. Nicht das Abspazieren zahlreicher Ordnungsformen ist der Weg dazu, sondern eine

Gangschulung, welche militärische Straffheit anstrebt, ohne jedoch in einen frischer Jugend nicht gemäßen Drill auszuarten.

Hervorragendes leistet in dieser Hinsicht die militärische Marscherziehung in unserem Volksheere. Der „gediente" Mann ist meist noch jahrelang nach seiner Dienstzeit an seiner guten Haltung und Gangart kenntlich. Dabei erreicht der ausbildende Vorgesetzte mit Leuten, die noch gar keine Marschschulung durchgemacht haben, eine weit gleichmäßigere Ausbildung als mit solchen, welche bereits militärische Marschart vorher gelernt zu haben vermeinen. Denn es ist leichter, ersteren die vollendete Form militärischen Exercierens anzugewöhnen, als letzteren die mitgebrachten Mängel und Ungenauigkeiten ihres Marschierens wieder abzugewöhnen. —

Ersparung von Nervenarbeit bei halbautomatischen Bewegungen.

Fragen wir uns nun, welchen besonderen Vorteil die Dauer- und Schnelligkeitsübungen — denn diese sind es, welche zu halbautomatischen werden — hinsichtlich der Nervenarbeit bieten, so ist dies der, daß die Nervenarbeit auf ein ganz geringes Maß zurückgeführt wird, daß namentlich die Arbeit des willengebenden Zentralorgans, des Gehirns, so gut wie ausgeschaltet bleibt, und daß infolgedessen die Ermüdbarkeit bei halbautomatischen Bewegungen weit geringer ist als bei rein willkürlichen Bewegungen, von denen hier namentlich die Aufmerksamkeits-, die Geschicklichkeits- und Kraftübungen zum Vergleich stehen.

Greifen wir noch einmal auf die rein automatischen Bewegungen des Herzschlags und der Atmung zurück. Beide sind gekennzeichnet einmal durch ihren rhythmischen Gang und des weiteren durch einen so weit gemäßigten Kraftumfang, daß lähmende Ermüdung, wie sie nach jeder Kraftanstrengung eines Muskels sonst statthat, ausgeschlossen ist. Dabei darf aber der Hinweis nicht fehlen, daß die Leistungsfähigkeit des Herzmuskels und der Atemmuskeln hinsichtlich der geleisteten Arbeitssummen die Leistungsfähigkeit der willkürlich bewegten Skelettmuskeln weit übersteigt. Sie unterliegen in weit geringem Maße den Gesetzen der Ermüdung, und zwar vornehmlich darum, weil ihre Bewegung sich ohne die Anteilnahme der leicht ermüdbaren Willenszentren vollzieht.

Ein großer Teil dieser besonderen Verhältnisse überträgt sich auch auf die halbautomatischen Bewegungsarten, welche gleichfalls in rhythmisch gleichbleibendem Gange erfolgen und keine Höchstleistungen der beteiligten Muskeln erfordern. Sie erfolgen auf leichte Willensanregung vom Gehirn aus, werden aber weiterhin nicht durch Erregungen seitens der Willenszentren im Gehirn, sondern der fast automatisch arbeitenden Nervenzentren des Rückenmarks, des Mittel- und Kleinhirns unterhalten. Und daraus erklärt sich dann auch zum Teil — die Förderung des Blutkreislaufs und die schnellere Hinwegbeförderung lähmender Ermüdungsstoffe ist früher bereits gewürdigt —, daß die Summe mechanischer Kraftleistung bei einer Schnelligkeits- oder Dauerbewegung eine um das vielfache höhere werden kann als dies bei rein willkürlichen Kraft- und Geschicklichkeitsbewegungen der Fall ist. Es ist also wesentliche Eigenschaft der Schnelligkeits- oder Dauerbewegungen, daß sie den denkbar geringsten Aufwand an Willens- und Nervenkraft im Verhältnis zu ihrer mechanischen Leistung beanspruchen. Sie wirken für das Nervensystem und insbesondere für das Gehirn erholend. Während des Wanderns z. B. kann ich mich mit meinen Genossen ungestört unterhalten, kann die Eindrücke der umgebenden Natur voll und ganz auf mein Gemüt einwirken lassen. Gleichen Genuß bietet das Rudern, und zum Teil — auf guter ebener Bahn — auch das Radfahren. Das ist wichtig namentlich für solche, welche nach anstrengenderer geistiger Thätigkeit Leibesübung zur Entlastung des Gehirns treiben wollen. Der Gelehrte sucht instinktmäßig seine Erholung im Spaziergang, die Jugend nach den Schulstunden im ungebundenen Tummeln.

Erholende Wirkung für das Gehirn.

Notwendigkeit besonderer Willensthätigkeit auch bei halbautomatischen Bewegungen.

Allerdings kann unter Umständen bei den halbautomatischen Schnelligkeits- und Dauerbewegungen auch das Eintreten *besonderer Willensthätigkeit* sich notwendig machen und die erholende Einwirkung auf das Gehirn mehr oder weniger beeinträchtigen. So erholend der Gang über gute Wege, so ermüdend und die frohe Wanderstimmung verderbend wirkt bei längerer Wanderung ein anhaltend schlechter, steiniger, oder von zahlreichen Wasserlachen und sumpfigen Stellen unterbrochener Weg. Letzterer nimmt die Aufmerksamkeit stets in Anspruch und lenkt vom behaglichen Naturgenuß ab. Die Notwendigkeit, bald hier, bald dort den Platz am Boden zu suchen, wo der Fuß sicher hingesetzt werden kann, bald längere, bald kürzere Schritte zu machen, benimmt der Gangbewegung ihren erholenden halbautomatischen Charakter. Daher stellt sich in solchem Falle viel schneller auch Müdigkeit ein.

Nicht immer wird die Zugesellung anhaltender Aufmerksamkeit auf den Weg zu einer Schnelligkeitsbewegung so übel empfunden. Der Gelehrte, welcher sein ganzes Denken einer größeren wichtigen Arbeit widmet, wird auch beim erholenden Spaziergang gar zu leicht verführt, sein Gehirn weiter mit den zu lösenden Aufgaben zu beschäftigen und findet daher draußen nicht die gewünschte Entlastung. So besteigt er denn das Rad, welches ihn geradezu zwingt, die Gedanken abzulenken und auf die Beschaffenheit des Weges, auf begegnende Menschen und Fuhrwerke in einem fort zu achten.

Ebenso beanspruchen Schnelligkeits- und Dauerbewegung dann *kraftgebende* Willensthätigkeit, wenn sie bis zur Höchstleistung gesteigert werden sollen.

Gilt es, eine bestimmte Strecke in möglichst geringer Zeit, oder umgekehrt in bestimmter Zeit eine möglichst große Strecke zurückzulegen, z. B. beim Wettlauf, Wettrudern, Wettradeln und dergleichen, so muß dazu eine ähnliche Willensenergie aufgeboten werden, wie zu Höchstleistungen in Kraftübungen.

Ferner ermüdet bei Dauerübungen — Dauermarsch, Dauerlauf, Dauerrudern usw. —, auch wenn sie in gemäßigtem Zeitmaß vor sich gehen, durch *Überdauer* schließlich die Muskulatur. Die ermüdete Muskulatur wird schwerer erregbar, es reichen die Reize der halbautomatisch arbeitenden Zentren nicht mehr hin, um die Bewegung im Gange zu halten. Darum bedarf es dann stärkerer bis anstrengender Willensthätigkeit, um der allgemeinen Ermüdung Herr zu bleiben und die Bewegung, die selbst immer schwerfälliger, schleppender und lässiger wird, noch fortzusetzen.

Takt und Automatie.

§ 213. Takt und Automatie.

Wie wir sahen, werden solche Bewegungsformen, welche in bestimmter rhythmischer Folge, in bestimmtem Takte sich vollziehen, am ehesten halbautomatisch, unter geringstem Anteil bewußter Willensgebung. Dies Verhältnis wird nun noch gesteigert, wenn gleichzeitige äußere Sinneseindrücke, in genau demselben Taktmaße erfolgend, die Bewegung begleiten. Dies gilt schon von Gesichtseindrücken — sichtbares Taktschlagen —, vor allem aber von Gehörseindrücken. Lautes taktmäßiges Zählen, taktmäßiges Aufschlagen auf einen Eisenstab, Liederklang, der Schall der Marschtritte reißen schon unwillkürlich eine marschierende Abteilung zu gleichem taktmäßigen Schritt und Tritt hin. Noch mehr ist dies aber der Fall bei einer in scharfem Rhythmus erfolgenden Musik und lautem Trommelschlag. Solche rhythmischen Schalleindrücke verstärken in außerordentlichem Grade die Automatie der Bewegungen, ja regen unmittelbar dazu an, mächtiger als der Willen. Eine ermüdete Truppe, bei der jeder Einzelne nur mit Willensanstrengung im Gleichtakt zu marschieren vermag, gewinnt sofort wieder festen Schritt und Tritt, wird wieder neu belebt, wenn die Musik eine Marschweise erklingen läßt, und zwar wird der Marschtritt um so fester, je schärfer die gleichmäßigen

rhythmischen Taktschläge markiert werden. Letztere wirken geradezu als Bewegungsanreize, welche die willkürlichen Erregungen ausschalten und ersetzen.

Tanz. Dies tritt vor allem beim Tanze hervor, d. h. bei einem in stets gleicher Bewegungsfolge sich vollziehenden Tanze, wie es unsere Rundtänze sind. Hier tritt die Entäußerung des Willens, die Herrschaft der taktgebenden Musik am sinnfälligsten in die Erscheinung. Wie im Halbtraum vollziehen sich die eingelernten Bewegungen des Rundtanzes mechanisch zu den Klängen der Musik. In der Entäußerung und Einschläferung des Willens, in der Hingebung an die bewegungsweckenden Taktklänge der Musik, kurz in dem rauschähnlichen Zustand in den der Rundtanz versetzt, liegt der Anreiz des Tanzes auf das Nervensystem. Dabei hat der Tanz, als echte Schnelligkeitsübung, auch die entsprechenden Wirkungen auf den Atemgang und namentlich auf den Herzschlag. Leider kommen diese gesundheitlichen Vorteile bei der entsetzlichen Luft, die meist auf Tanzböden herrscht, bei dem Genuß alkoholischer Getränke in den Tanzpausen und bei der Atmung und Kreislauf behindernden festen Schnürung der weiblichen Jugend nur unvollkommen zur Geltung.

Charaktertänze und Reigen. Anders verhält sich die Wirkung der Musik bei kunstreicheren Charaktertänzen und Reigen. Hier ist von einer eigentlichen Automatie keine Rede: die Musik mit ihren Rhythmen wirkt hier zwar als belebendes Mittel, giebt den Bewegungen Gleichmaß, Gefälligkeit und Rundung, aber schaltet nicht die Willensgebung aus. Daher fehlt solchen kunstreicheren Tänzen mit mannichfachen Geschritten, die stete Aufmerksamkeit erfordern, jene berauschende Wirkung, jenes Selbstvergessen, welches den einfachen Rundtänzen eigen ist. Dieser mangelnde Nervenreiz wird daher kunstreichere Charaktertänze oder Liederreigen niemals befähigen, die Rundtänze zu ersetzen, so gerechtfertigt die rein ästhetischen Bedenken gegen letztere auch sein mögen.

Rhythmus bei Leibesübungen. Die Erleichterung, welche Rhythmus und Takt der willengebenden Nervenarbeit bringen, hat dazu geführt, auch solche Leibesübungen, welche an sich eine rhythmische Folge nicht bedingen, in taktmäßigem Rhythmus ausführen zu lassen und ihnen dadurch den Charakter der halbautomatischen zu geben. Nehmen wir z. B. eine Gruppe von Freiübungen. Der Befehlende hat es in der Hand, durch die Art des Befehls eine geeignete Bewegung der Gruppe, z. B. einen Ausfall mit Vorstoßen des Arms, dem Charakter dieser vorstoßenden angreifenden Bewegung gemäß, kurz, schneidig mit „Ruck und Zuck“ vornehmen zu lassen. Eine andere Bewegung der Gruppe, z. B. eine tiefe Kniebeuge, wird ihren Übungszweck als Gleichgewichtsübung erst dann recht wahren, wenn sie in tadelloser Haltung des Rumpfes langsam ausgeführt wird. Der Übungserfolg der Freiübungen wie auch der Gerätübungen beruht zum großen Teil darin, daß eine jede Bewegung ihrem Charakter gemäß bald in kraftvoll schnellender, bald in schwunghaft ausholender, bald in gleichmäßig langsamer Form ausgeführt wird. Gleichwohl läßt man sowohl Freiübungen verschiedenster Art im rhythmischen Gleichtakt ausführen, als auch selbst Gerätübungen (beim Gemeinturnen), ja es ist uns sogar Geräteturnen nach dem Takt der Musik empfohlen worden! Diese rhythmische Ausführung verschiedenartiger Bewegungen nimmt vielen derselben geradezu ihren Charakter. Sie hat aber ein anderes zur Folge. Während bei reiner Befehlsausführung die Bewegung auch eine rein willkürliche ist, giebt die taktmäßige Ausführung der Bewegung einen mehr oder weniger ausgesprochenen halbautomatischen Charakter. Die Bewegung wird zwar gleichmäßiger, abgerundeter erfolgen, aber auch kraftloser und unbestimmter, sie wird mechanisch, automatenhaft. Mag nun auch solche Ausführung das Gemeinturnen in Frei- und Gerätübungen, vorausgesetzt daß es sich um leichte geläufige Bewegungen handelt, mehr erholend gestalten, da es durch den taktgebenden Rhythmus die kraftgebende Willensanregung

mehr oder weniger ersetzt, im Übermaß betrieben, wirkt solche Gymnastik geradezu entmannend und entnervend. Die koordinierende Willensthätigkeit ebensowohl zu festen, kurzen, wie zu langsamen ebenmäßigen Bewegungen zu erziehen, dem Körper Schnellkraft ebensogut wie ruhiges Gleichmaß in seinen Bewegungen zu verleihen, ist ein wichtiges Ziel erzieherischer Leibesübung. Dies Ziel wird aber nicht erreicht, ja schwer geschädigt, wenn das Taktturnen zu großen Umfang gewinnt. Schon die vielerlei taktmäßigen Schrittarten, Nachstellgang, Kiebitzgang, Schottischhüpfen, Galopphüpfen usw. haben nur sehr mäßigen Übungswert. Indes sie wirken erholend auf das Nervensystem und mögen in bescheidenem Maße namentlich im Mädchenturnen ihre Anwendung finden. Wie einschläfernd aber wirkt — namentlich im Mädchenturnen wuchert diese Unsitte — das ewige Taktzählen 1! 2! 3! 4! bei den Frei- und selbst bei den Gerätübungen! Das heißt doch die Kinder nur willenlos machen und zu Gliederpuppen erziehen; das heißt die Turnübungen jeden Charakters entkleiden. Die Eigenschaft unseres Nervensystems, taktmäßige Bewegungen unter Ausschaltung der willkürlichen Willenshebung zu halbautomatischen zu machen, zu mechanisieren, mache man sich da und mit Recht zu Nutze, wo es sich um ihrem Wesen nach taktmäßige Bewegungen handelt. Man zwänge aber nicht die Bewegungen, welche den koordinierenden Willen üben sollen, in taktmäßige Folgen, denn sie werden sonst ihres ureigenen Übungszweckes entkleidet.

Ermüdung des Gehirns nach geistiger Arbeit.

§ 214. Ermüdung des Gehirns nach geistiger Arbeit.

Geistige Arbeit ist stets begleitet von erhöhten Stoffwechselvorgängen im Gehirn. Gleichwie bei der Muskelarbeit schließlich als Endprodukte des Stoffwechsels Ermüdungsstoffe im Muskel auftreten, welche den Muskel ermüden machen und lähmen, so sind es auch nach Gehirnarbeit im Gehirn sich ansammelnde Ermüdungsstoffe, welche geistige Ermüdung veranlassen. Geistige Ermüdung thut sich kund zunächst in einer Schwächung des Aufmerksamkeitsvermögens. Während wir z. B. beim Anhören eines wissenschaftlichen Vortrages, oder beim Lesen eines Buches, das unsere Denkthätigkeit stark in Anspruch nimmt, zuerst mit großem Interesse und vollem Begreifen folgen können, wird es uns bei langer Dauer des Zuhörens oder des nachdenkenden Lesens schon schwieriger zu folgen und zu begreifen. Schließlich ertappen wir uns immer mehr dabei, daß die uns durch das Ohr oder das Auge zugetragenen Ausführungen nicht mehr durch die Denkthätigkeit in voller Schärfe erfaßt werden, achtlos vorübergleiten, daß Gedanken anderer Art, zufällige kleine Vorkommnisse in unserer Umgebung die Aufmerksamkeit ablenken. Wir „verlieren den Faden“. Nur mit Anstrengung vermögen wir unsere Aufmerksamkeit wieder gespannt auf den uns beschäftigenden Gegenstand zu richten, schließlich erlahmt unsere Denkthätigkeit: das Hirn wird ermüdet, bedarf der Erholung.

Solche Erholung bietet schon die Beschäftigung mit einem anderen Gegenstand, die Ablenkung der Aufmerksamkeit auf ein anderes Gebiet des Denkens. Es ist damit wie mit dem Turner, der nach anstrengender, ausschließlich den Arm ermüdender Übung doch vollkommen frisch ist zu Springübungen.

Geistige Erschöpfung.

Anders, wenn längere, über viele Stunden fortgesetzte geistige Anstrengung schließlich zu erschöpfender geistiger Allgemeinermüdung führt. Solche macht auch unfähig, auf einem anderen geistigen Gebiet noch mit Erfolg thätig zu sein. Sie äußert sich vielmehr in Unlust zu jeder Bethätigung, reizbarer Schwäche, Launenhaftigkeit, zuweilen auch in Kopfweh, Schwindelgefühl und Herzklopfen.

Verschiedene Leistungsfähigkeit.

Indes bestehen in Bezug auf die Ermüdbarkeit des Gehirns bei den verschiedenen Menschen ganz außerordentliche Verschiedenheiten. Vor allem machen Übung und

Gewohnheit das Gehirn ungemein leistungsfähiger und widerstandskräftig gegen Ermüdung. Der Gelehrte vermag Tag für Tag viele Stunden sein Denken auf einen Gegenstand allein zu richten und geistig zu schaffen; der fromme Landmann vernimmt mit Andacht den Anfang der Sonntagspredigt — um bald unwiderstehlichem Schlaf zu verfallen. Genau so wie ein wenig geübter Muskel bald bei ungewohnter Thätigkeit erlahmt, während ein wohltrainierter Muskel zu langen Dauerarbeiten geschickt ist. Nun sprechen aber bei geistiger Thätigkeit noch eine Menge von begleitenden Umständen bald als erleichternd, bald als erschwerend mit: Ernährungszustand, Ausgeruhtsein des Gehirns nach erquickendem Schlafe oder Unaufgelegtheit nach schlecht verbrachter Nacht, Gemütsstimmung, anfeuernde oder niederschlagende Eindrücke usw. usw. Es ist daher unmöglich, für die geistige Leistungsfähigkeit und die geistige Ermüdung irgendwelche allgemein giltige Gesichtspunkte zu gewinnen. Die geistige Arbeit bei den verschiedenen Menschen ist nach ihrer Art und ihrem Umfang zu wenig vergleichbar.

Geistige Arbeit bei Schulkindern.

Anders da, wo noch einigermaßen gleichartig geistige Entwickelung vorhanden und gleiche geistige Arbeit zu verrichten ist: nämlich im früheren Schulalter. Hier hat man in der That festzustellen vermocht, in welcher Zeit durchschnittlich bei geistiger Arbeit sich Ermüdungserscheinungen zeigen und in welchem Grade sie zunehmen. Die geistige Ermüdung bei Schulkindern hat sich so in Gestalt einer Kurve bestimmen lassen. Die geistige Arbeitsfähigkeit von Schülern nimmt in der ersten Hälfte einer Schulstunde zu, um von da ab stetig zu sinken. Ob man die Arbeitsgeschwindigkeit beim Addieren (Kraepelin), die Häufigkeit von Fehlern beim Rechnen (Burgerstein) oder beim Niederschreiben von Diktaten (Hoepfner) zum Maßstab nahm, immer zeigt sich nach einer gewissen Zeit das Auftreten zunehmender Ermüdungserscheinungen.

Diese Untersuchungen sind wichtig einmal zur Bestimmung der nutzbringendsten Dauer der Schulstunde und sodann zur Ermittelung der nötigen Erholungszeit nach einer Schulstunde. Auf Einzelheiten einzugehen ist hier nicht der Ort, um so weniger als über die aus jenen Untersuchungen hervorgehenden schulhygienischen Forderungen volle Übereinstimmung nicht erzielt ist.

Lektionsdauer.

Was zunächst die Dauer der Schulstunde — oder sagen wir die Lektionsdauer betrifft, so ist es namentlich bei Kindern vor beginnender Entwickelung, also vom 7. bis 13. Lebensjahr, schon nicht mehr möglich, gleichmäßige Aufmerksamkeit eine volle Stunde, 60 Minuten lang, zu erzielen. Häufigere kürzere Lektionen fördern mehr als längere und weniger häufigere. Man hat deshalb die Einführung von nur halbstündigen Lektionen in den Volksschulen gefordert, weil man dadurch die Schulkinder geistig frischer erhält und weit bessere Ergebnisse im Unterrichte erzielt (Zimmermann).

Pausen.

Die üblichen Pausen zwischen den Schulstunden sind zu kurz; darüber sind alle, welche dies Gebiet der Schulgesundheitspflege bearbeiten, einig. Burgerstein fordert z. B. mindestens 12 Minuten nach jeder Schulstunde (letztere würde also 48 Minuten betragen), Eulenburg nach der ersten Stunde 5 Minuten, nach der zweiten und dritten je 15 Minuten, nach der vierten 20 Minuten.

Da in den beiden ersten Schulstunden die geistige Leistungsfähigkeit am größten, so sind in diese diejenigen Unterrichtsgegenstände zu verlegen, welche die größten Ermüdungswerte haben, das sind Rechnen oder Mathematik und fremde Sprachen. Allerdings ist nicht nur der Lehrgegenstand an sich, sondern auch die Art der Behandlung desselben durch die Lehrer von großem Einfluß auf die geistige Ermüdbarkeit der Schüler.

Wechselwirkung zwischen geistiger und leiblicher Ermüdung.

§ 215. Wechselwirkung zwischen geistiger und leiblicher Ermüdung.

Es galt bis vor kurzen in weiten Kreisen als ein feststehender Satz, daß nach geistiger Anstrengung kräftige Leibesübung besonders geboten sei, da sie erholend wirke und das blutüberfüllte Gehirn entlaste. So schrieb z. B. der Münchener Chirurg Professor von Nußbaum im Jahre 1889: „Turnt der Denker, welcher den ganzen Tag sein Gehirn anstrengte und blutreich machte, so werden die Muskeln voll vom Blute strotzen und das Blut wird dem überfüllten Gehirn entnommen . . .“ Man hat, weil man das Turnen nur als eine Erholung nach geistiger Arbeit betrachtete, darum auch keinen Anstand genommen, die Turnstunden im Lehrplan mitten zwischen die anderen Unterrichtsstunden zu setzen, ja unmittelbar einer Reihe von Lehrstunden folgen lassen.

Die Verhältnisse liegen aber durchaus nicht so einfach als man früher annahm. Geistige Arbeit, Muskelarbeit und Sinnesempfindung sind durchaus keine Kreise, die nebeneinander bestehen und sich kaum berühren, im Gegenteil, diese Kreise überschneiden sich: starke geistige Arbeit ermüdet nicht nur das Gehirn, sondern setzt auch erheblich die Fähigkeit zu willkürlicher Muskelarbeit herab, — und umgekehrt. Ebenso wird die Empfindungsfähigkeit der Haut — andere Sinnesempfindungen sind daraufhin noch nicht untersucht — durch geistige Ermüdung abgeschwächt.

Geistige Ermüdung und Hautempfindlichkeit.

Beginnen wir mit letzterer Erscheinung. Es war Griesbach, welcher zuerst nachwies, daß die Tastempfindungen der Haut mit dem Grad der geistigen Ermüdung an Feinheit erheblich einbüßen. Er benutzte zu diesem Nachweis den in der Heilkunde längst gebräuchlichen Tasterzirkel (Fig. 332). Derselbe besteht aus zwei an einem

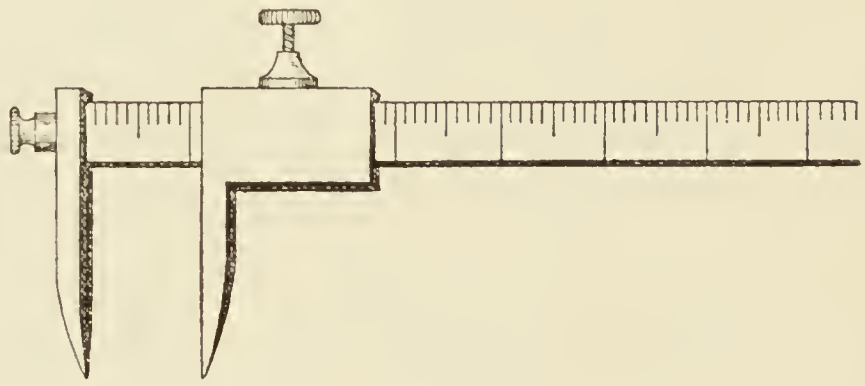


Fig. 332.

horizontalen, mit feiner Maßeinteilung versehenen Arm befindlichen Zirkelspitzen. Die eine derselben ist fest an dem Ende des Armes angebracht, die andere ist verschiebbar. Setzt man die beiden in bestimmter Entfernung befindlichen Zirkelspitzen gleichzeitig auf die Haut, so werden dieselben als zwei Spitzen empfunden. Nähert man langsam die bewegliche Spitze immer mehr der unbeweglichen, so gelangt man schließlich an einen Punkt, wo die beiden Spitzen nur als eine empfunden werden. Dieser Punkt ist kein fester. Während z. B. beim Erwachsenen an der Zungenspitze noch beim Abstand von 1,1 Millimeter deutlich zwei Spitzen gefühlt werden, geschieht dies auf dem roten Teil der Lippen und an der Fingerspitze erst beim Abstand von 4,5 bis 6 mm, auf dem Handrücken bei 31,5 mm und auf der Haut des Rückens bei einem Abstand von 40—60 mm. Bei Kindern im schulpflichtigen Alter sind übrigens die Empfindungen der Haut feiner als beim Erwachsenen und die Entfernungen der Zirkelspitzen, welche noch eine Doppelempfindung geben, kleinere.

Griesbach wählte zu seinen Untersuchungen die Gesichtshaut über dem Jochbein. Er fand, daß an Schultagen vor dem Unterricht ein kleinerer Spitzenabstand genügt, um eine Doppelempfindung zu geben, als nach einer oder mehreren Unterrichtsstunden. Konnte

z. B. ein Schüler vor Beginn des Unterrichts bei einem Spitzenabstande von 5 mm noch genau zwei Spitzen empfinden, so war dies schon nach der ersten Unterrichtsstunde erst bei 10, 15 oder mehr Millimetern der Fall. An schulfreien, ohne nennenswerte geistige Arbeit verbrachten Tagen waren derartige Schwankungen der Tastempfindlichkeit nicht nachweisbar. Wagner hat sodann an Schülern des Neuen Gymnasiums in Darmstadt Untersuchungen nach dieser Methode angestellt. Dieselben wiesen zunächst große individuelle Verschiedenheiten bei den einzelnen Schülern in der Tastempfindung auf, ergaben aber stetig eine mit geistiger Ermüdung wachsende Abnahme der Empfindlichkeit. Wagner untersuchte mit dieser Methode auch den Einfluß der Spiel- und Turnstunden zwischen dem Unterricht, d. h. die vermutete erholende Wirkung dieser Stunden und kam dabei zu dem Ergebnis: „Vom energischen Geräteturnen darf man im allgemeinen gar nicht, von Spielstunden nur bedingt erholenden Einfluß erwarten".

Mag dieser Weg der Untersuchung für sich allein auch zu beschränkt sein und zu viele Fehlerquellen bieten, um den Grad der geistigen Ermüdung mit Sicherheit danach zu bemessen und allgemein giltige Folgerungen daraus zu ziehen, so sind die gewonnenen Thatsachen, in Verbindung gebracht mit anderweitigen Feststellungen, doch immerhin für eine Hygiene des Schulunterrichts von hohem Werte.

Jedenfalls ist als feststehend zu erachten, daß *geistige Ermüdung*, d. h. Ermüdung des Gehirns, auch die Empfindungsnerven in Mitleidenschaft zieht und die *Feinheit der Tastempfindung* in merklicher Weise, entsprechend dem Grade der Hirnermüdung, *abschwächt*.

Einfluß der Muskelermüdung auf die geistige Thätigkeit.

Eine ähnliche Wechselwirkung besteht zwischen *Muskelanstrengung* und *geistiger Anstrengung*. Vielfältige Beobachtung hat gelehrt, daß anstrengende Muskelarbeit zu geistiger Arbeit unlustig und unfähig macht. Der Verbrauch an Nervenenergie, wie er durch anstrengende Muskelthätigkeit bewirkt wird, sowie die im Blute kreisenden Ermüdungsstoffe wirken zweifellos ungünstig auf die Hirnthätigkeit ein. Andererseits wissen manche geistig stärker beschäftigte Leute, daß eine Frühwanderung, eine Ruderfahrt oder eine Radfahrt in Morgensonnenschein, vorausgesetzt, daß es sich dabei um eine gewohnte und nicht bis zu merklichen Ermüdungserscheinungen fortgesetzte Beschäftigung handelt, in wohlthuender Weise erfrischt und erregt und die Arbeitslust zu geistigem Schaffen steigert. Es wäre sicherlich wertvoll, die Grenze bestimmen zu können, bis zu welcher Leibesübung und Leibesbewegung als förderlicher Reiz auf die geistige Thätigkeit wirkt, und von wann ab umgekehrt letztere beeinträchtigt wird. Dabei dürfte wohl keinem Zweifel unterliegen, daß die gesamte körperliche Verfassung, Übung und Gewohnheit diese Grenzen verschieden gestalten werden. Was im besonderen bei Turn- und Spielstunden, welche mitten zwischen den übrigen Unterrichtsstunden liegen, den Einfluß des Turnens und Spielens auf die Aufmerksamkeit und Lernfähigkeit in der unmittelbar nachher folgenden Lehrstunde betrifft, so sind die darüber gemachten Angaben wenig bestimmte und widersprechende. Exakte Untersuchungen, außer den von Wagner in Darmstadt bezüglich der Tastempfindlichkeit angestellten, liegen nicht vor.

Einfluß geistiger Ermüdung auf die Muskelarbeit.

Um so besser sind wir unterrichtet über die *Beeinflussung der willkürlichen Muskelbewegungen durch vorausgegangene geistige Anstrengung*. Wir verdanken die versuchsmäßige Feststellung der hierher gehörigen Thatsachen vor allem dem bekannten Physiologen A. Mosso in Turin. Derselbe erforschte die einschlägigen Verhältnisse an der isolierten willkürlichen Thätigkeit eines umschriebenen kleinen Muskelbezirks, nämlich der Beugemuskeln des Mittelfingers. Den Apparat, dessen sich Mosso hierzu bediente, nannte er „Ergograph" d. h. Arbeitsaufzeichner. Die Versuchsanordnung ist dabei so (Fig. 333), daß durch bequemen Sitz, Um-

Mossos Ergograph.

polsterung des auf einen Tisch gestreckt aufgelagerten Armes, Verhütung der Mitarbeit der benachbarten Finger durch Einstecken derselben in feste Hülsen, nur der Mittelfinger allein sich zu beugen und zu strecken hat. Und zwar hat der Mittelfinger an einer Schnur ein über eine Rolle laufendes Gewicht von 3—4 Kilo (G Fig. 333) nach dem Takte eines Metronoms oder eines Pendels auf und nieder zu ziehen, und zwar solange, bis auch die äußerste Willensanstrengung nicht mehr den Muskel zur Arbeit vermag, d. h. der Muskel übermüdet ist und versagt. Die das auf- und niedergehende Gewicht tragende Schnur ist an der Kuppe des arbeitenden Mittelfingers mittels eines Fingerlings von Gummi befestigt; des weiteren steht diese Schnur in Verbindung mit einem leichtgehenden Schreibhebel (S Fig. 333), welcher die einzelnen Hebungen und Senkungen, also die Arbeit der betreffenden Muskeln, anschaulich auf einer rundgehenden Schreibtrommel aufzeichnet. Die so gewonnenen Kurvenbilder lassen nicht nur mit einem Blick Art und Umfang der geleisteten Arbeit erkennen, sondern gestatten auch die genaue Bestimmung der geleisteten Arbeit in Kilogramm-Metern.

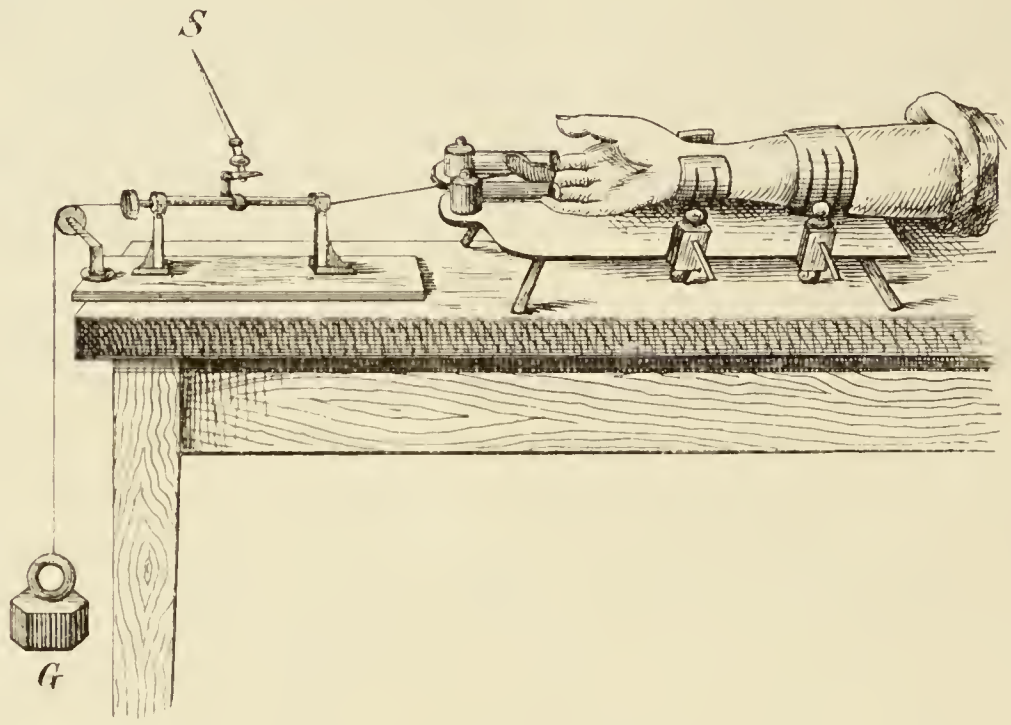


Fig. 333. Der Ergograph von A. Mosso.

Als Versuchspersonen dienten Mosso meist Fachgenossen, welche zu den Versuchen das wissenschaftliche Interesse und damit diejenige Willensrichtung mitbrachten, die Täuschungen ausschließt. So gewonnene Kurven sind in Fig. 334 u. 335 wiedergegeben*). Sie zeigen, von verschiedenen Versuchspersonen aufgenommen, einen besonderen Unterschied. Nämlich in der Kurve Fig. 334 sehen wir, wie die zur Arbeit angewendete Kraft von Anfang an nach und nach geringer wird und allmählich sinkt, bis zur völligen Erschöpfung, während in der Kurve Fig. 335 ein Sinken der Kraft auf geraume Zeit nur in geringem Grade wahrnehmbar ist, bis dann plötzlich Ermüdungsgefühl und Erschlaffung eintritt, so daß die Kurve steil ab auf den Nullpunkt herabfällt. Kurven von anderen Personen zeigten wieder andere Ermüdungsformen. Das heißt also: die Art, wie wir müde werden, ist für jeden einzelnen Menschen nicht nur verschieden, sondern auch charakteristisch und typisch. Denn wenn wir den gemachten Versuch am Ergographen bei denselben Personen unter genau denselben Umständen wiederholen, so erhalten wir stets dieselbe Form der Ermüdungskurve. Allerdings ändert sich dieselbe im Lauf der Zeit bei etwaiger

Charakteristische Gestalt der Ermüdungskurve bei den einzelnen Menschen.

*) Fig. 334—337 entnommen aus: A. Mosso, Die Ermüdung, Deutsche Ausg. Leipzig 1892.

Kräftezunahme durch regelmäßige Übungen in Bezug auf die Häufigkeit der Hebungen und Senkungen und damit der gesamten Arbeitssumme, während die typische Ermüdungskurve Veränderung ihres besonderen Charakters kaum erleidet. —

Änderung der Ermüdungskurve des Ergostaten nach geistiger Anstrengung.

Wir konnten an diesen bemerkenswerten Ergebnissen nicht vorübergehen, ohne wenigstens einen Blick auf dieselben geworfen zu haben. Was nun die Versuche betrifft, welche die Beeinflussung des willkürlichen Bewegungsapparates durch die geistige Anstrengung ermitteln sollten, so stellte Mosso deren zahlreiche unter den verschiedensten Bedingungen an. Stets fand sich das gleiche Ergebnis: Herabsetzung der Leistungsfähigkeit des willkürlichen Bewegungsapparats durch geistige Anstrengung. Einige dieser Versuche seien hier aufgeführt.

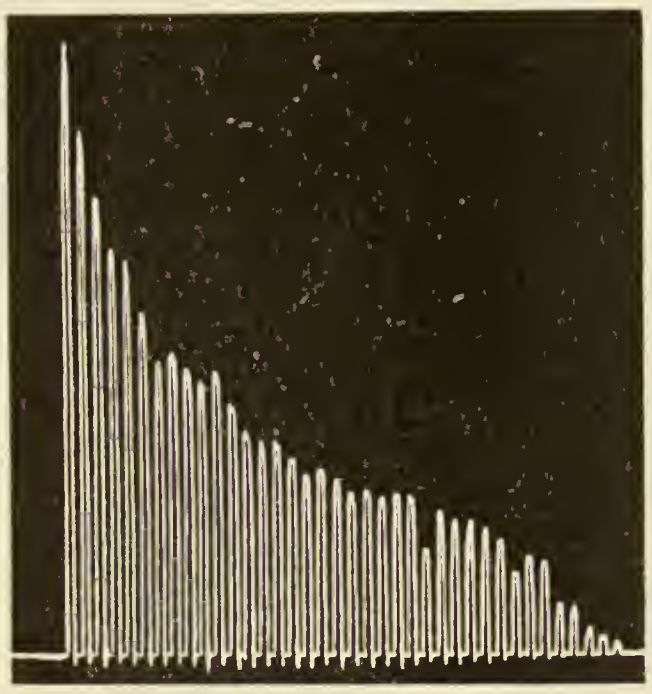


Fig. 334.

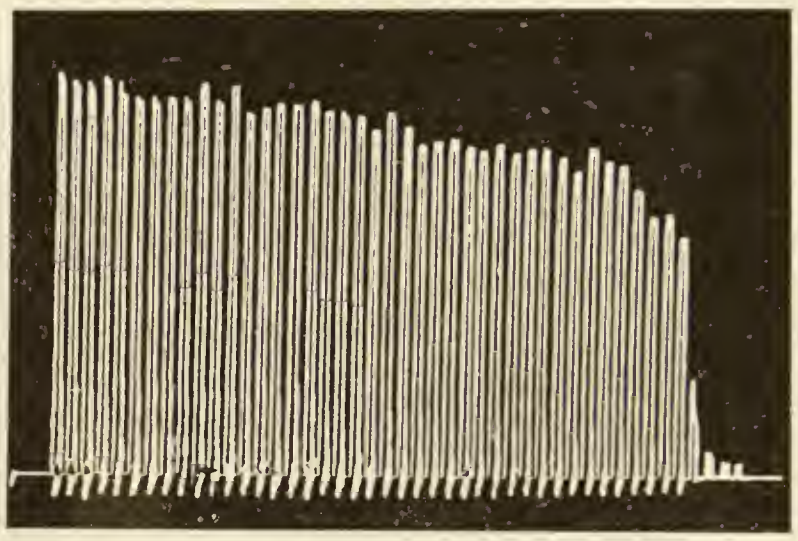


Fig. 335.

Bei einem Professor, einem kräftigen Manne, wurden an zwei Tagen hintereinander Leistungsproben mit dem Ergographen vorgenommen und zwar zur selben Tagesstunde — nur mit dem Unterschied, daß der Betreffende an dem einen Tage vor dem Versuche keinerlei anstrengender Thätigkeit sich hingegeben hatte, also frisch war, während er an dem andern Tage vor dem Versuch eine Vorlesung gehalten hatte.

Das Ergebnis war: Am Tage ohne geistige Ermüdung zog Dr. M. 3 kg 48 mal hoch und leistete eine Arbeit von insgesamt 7,161 kg-Metern, am andern Tage nach der Vorlesung zog er 3 kg nur 38 mal hoch und leistete 5,055 kg-Meter Arbeit.

Nach einigen Monaten wurden von demselben Herrn Versuche vor und nach einer mehrstündigen geistig sehr anstrengenden Prüfung vorgenommen mit noch mehr ausgesprochenem Ergebnis.

Vor der Prüfung schrieb Dr. M. am Ergographen:

Zahl der Zusammenziehungen	= 40
Arbeit in kg-Metern	= 6,087.

Nach Erledigung von 14 Prüfungen schrieb er:

Zahl der Zusammenziehungen	= 24
Arbeit in kg-Metern	= 2,745.

Am letzten Tage der Prüfungssitzungen schrieb Dr. M. am Ergographen:

1. Vor den Prüfungen (Fig. 336):

Zahl der Zusammenziehungen	= 43
Arbeit in kg-Metern	= 5,694

2. Nach Erledigung von 19 Prüfungen (Fig. 337):

Zahl der Zusammenziehungen	= 11
Arbeit in kg-Metern	= 1,086

also das vollkommene Bild von Muskelerschöpfung!

Direkte Reizung der Muskeln.

Auch wenn die Arbeit der den Mittelfinger bewegenden Muskeln nicht durch den Willen, sondern durch direkte elektrische Reizung der betreffenden Muskeln mittels des Induktionsstroms erfolgte, ließen sich dieselben Ermüdungserscheinungen nach geistiger Anstrengung nachweisen. Das heißt also: daß die geistige Arbeit nicht nur Veränderungen in den willengebenden Bewegungszentren des Gehirns hervorruft, sondern auch die Muskeln selbst beeinflußt.

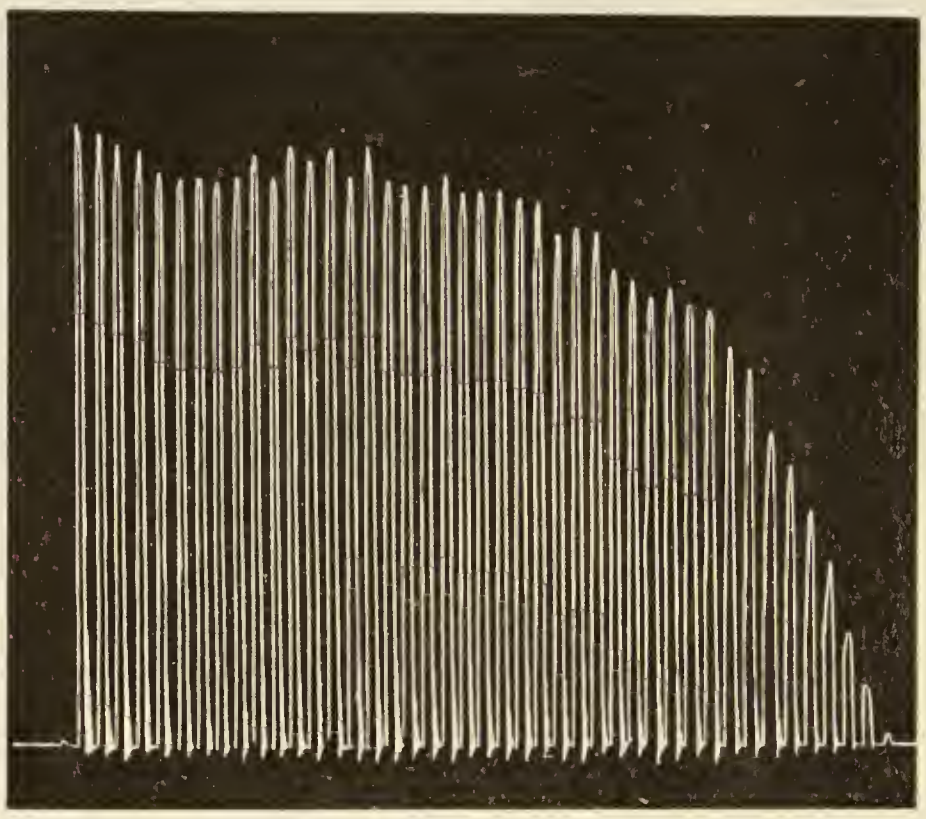


Fig. 336.

Fig. 337.

Ursachen der Ermüdung der Bewegungsorgane.

Fragen wir nach den Ursachen dieser Ermüdung der Bewegungsorgane, so liegt vor allem nahe, die im Blute kreisenden Ermüdungsstoffe, welche sich infolge von Muskelarbeit ebenso bilden wie infolge von Gehirnarbeit, als die wirksame Ursache anzusehen. Des weiteren stellt Mosso die Vermutung auf, gestützt auf eine Reihe physiologischer Thatsachen, daß bei der geistigen Arbeit Stoffe verbraucht werden, welche sonst zur Krafterzeugung im Muskel gedient haben würden.

Wie dem auch sei: die Thatsache, daß Gehirnermüdung auch die Nervenzentren der willkürlichen Bewegung erschöpft und die Muskeln schwächt, ist eine feststehende.

Folgerung für die Vornahme von Leibesübungen.

Bei bestehender Hirnermüdung anstrengende Muskelübungen vornehmen zu lassen, namentlich solche, die große Nervenkraft verbrauchen, wie Fechten, schwierige Geschicklichkeits- und Aufmerksamkeitsübungen, würde die Ermüdungserscheinungen nur steigern und verschlimmern. Wir würden damit der bestehenden Gehirnanstrengung nur eine neue Anstrengung gleicher Art noch hinzufügen und das Nervensystem schädigen. Die durch geistige Arbeit geschwächten Kräfte bedürfen vielmehr der Erholung durch Ruhe oder allenfalls durch eine erholende Form von Bewegung. Eine

solche ist für den Gelehrten der ruhige Spaziergang, für den Knaben und Jüngling das Spielen und Tummeln in freier reiner Luft.

Folgerungen für das Schulturnen.

Für das Schulturnen sind aber alle vorhergehenden Ermittelungen besonders wichtig, da sie zur Entscheidung der Frage: auf welche Zeit sollen Schulturnstunden am besten gelegt werden und welche Übungsarten sind je nach Lage der Turnstunden im Schulstundenplan zu bevorzugen, wesentlich beitragen.

Es steht außer Frage, daß eine Turnstunde, welche etwa drei oder vier angestrengten Schulstunden unmittelbar folgt, unter Umständen eine starke Belastung der Hirn- und Nerventhätigkeit darstellt, aber keine Entlastung. Für derart gelegene Turnstunden würden also diejenigen Übungsarten die geeignetsten sein, welche ein möglichst geringes Maß von Nerventhätigkeit und von qualitativer Muskelleistung, und doch ein ausgiebiges Maß von Muskelbewegung gewähren. Dies sind vor allen Dingen die halbautomatischen Thätigkeiten, wie Marschieren, Laufen, Springen, sowie die durch Lustgefühle erleichterten Bewegungen des Spiels. Geschicklichkeitsübungen werden dagegen, namentlich bei unbeholfeneren Anfängern, stark belasten. Erst recht gilt dies von verwickelteren Aufmerksamkeitsübungen, ferner vom Fechten, ja auch von schwierigeren Ballspielen, welche große Geistesgegenwart und Schlagfertigkeit erfordern.

Da wir aber im Interesse des Turnens, im Interesse der Erziehung der Bewegungsorgane durchaus nicht verzichten wollen auf alle die wertvollen Übungen, welche sichere Beherrschung der Muskulatur, Geschicklichkeit, Gewandtheit, Schnelligkeit, Schlagfertigkeit, Geistesgegenwart erfordern, so ist es nötig, daß wenigstens ein Teil der Turnzeit für jede Schulklasse so liegt, daß die Schüler noch frisch zum Turnen kommen und daß wir ihnen dann mit Erfolg und ohne Schädigung alles das zumuten können, was sich in ungünstiger gelegenen Turnstunden verbietet.

Zur Zeit der Versetzungsprüfungen soll überhaupt kein systematisches, auch geistig anstrengendes Turnen stattfinden, sondern es soll der Leibesbewegung durch Spiel und kleine Wanderungen lediglich ein ausspannender, erholender Charakter verliehen werden.

Der Vormittag dem Geist — der Nachmittag dem Körper.

Die allerradikalste Lösung, die auch neuerdings in steigendem Grade wieder Fürsprecher findet, ist die, daß der geistige Unterricht nur am Vormittag stattfindet, die Leibesübungen aber — neben andern technischen Fächern, wie Gesang und Zeichnen — lediglich in den Nachmittagstunden mit ausgeruhten frischen Schülern vorgenommen werden. An das alte Jahnsche Turnen, welches dieser Forderung nachkam, braucht nicht erinnert zu werden, da dasselbe eine organische Verbindung mit den bestehenden Schulsystemen nicht erreicht hat. Allerdings war ihm eine ruhige Entwicklung und Ausreifung nicht beschieden.

Von den Neueren war es besonders der Vorläufer der heutigen Spielbewegung in Deutschland, Amtsrichter Hartwich, der 1880 als das zu erstrebende Ziel hinstellte: „Der Vormittag dem Geist, der Nachmittag dem Körper". — Wenn nicht alles täuscht, wird die weitere Entwicklung der Leibesübungen an unsern Schulen sich in Zukunft diesem Ideal wieder mehr und mehr annähern. Mit dem Spielbetrieb ist der Anfang dazu bereits gemacht. —

B. Die peripheren Nerven und Sinnesorgane.

§ 216. Die peripheren Nerven.

Die peripheren Nerven.

43 Nervenpaare gehen zur rechten und linken Körperhälfte vom Gehirn und Rückenmark ab. Davon zählen 12 Paare zu den Gehirn-, 31 Paare zu den Rückenmarksnerven. Diese Nervenpaare verzweigen sich nach ihrem Austritt aus den

Hirn- und Rückenmarksnerven.

Zentralorganen meist durch Teilung in immer feinere Nervenbündel und -Fasern, um dann schließlich entweder in Sinneszellen als Sinnes- oder Empfindungsnerven, oder in den Muskeln als Bewegungs- oder Muskelnerven zu enden. Die Sinnesnerven leiten lediglich Erregungen von den Sinnesorganen (Nase, Auge, Ohr, Zunge, äußere Haut; außerdem entspringen auch in den inneren Körperteilen Empfindungsfasern) nach dem Hirn- und Rückenmark und erst hier in den Zentralorganen findet die Deutung der Reize statt. So ist es z. B. nicht das Auge, welches sieht, sondern das Auge ist lediglich ein optischer Apparat, in welchen Bilder der Außenwelt gelangen und die im Augenhintergrund liegenden zahllosen Sehnervenendigungen in bestimmter Weise erregen. Im Hirn ist es aber, wo diese Erregungen gedeutet und als Abbild der Außenwelt empfunden werden. Schneidet man den Sehnerv durch, unterbricht man die Leitung zum empfindenden Zentralorgan, so ist das betreffende Auge blind, auch wenn es unverletzt ist und nach wie vor Lichtbilder auf seine Netzhaut fallen. — Die Muskelnerven leiten lediglich Bewegungsreize von den Zentralorganen zu den Muskeln.

Nur eine Anzahl von Gehirnnervenpaaren besteht lediglich entweder aus Sinnes- oder aus Bewegungsnerven. Andere Hirnnerven und sämtliche Rückenmarksnerven sind gemischte Nerven, d. h. es sind in ihnen, wie Drähte die in einem Kabel vereint sind, sowohl zum Hirn hinleitende, wie vom Hirn zu den Muskeln hinableitende Fasern vorhanden. Diese Leitungen liegen in dem Nervenbündel vereint, ohne sich gegenseitig zu stören (Gesetz der isolierten Leitung).

Die zwölf Hirnnervenpaare.

§ 217. Die zwölf Hirnnervenpaare.

Die vom Gehirn entspringenden Nerven treten sämtlich an der Hirnbasis aus der Hirnmasse (s. Fig. 326) und gehen durch die Öffnungen der Schädelhöhle zum Gesichtsteil des Kopfes, ferner zum Kehlkopf und den dem Kehlkopf benachbarten Organen. Das elfte Hirnnervenpaar geht zu der Muskulatur des Nackens, das zehnte Hirnnervenpaar hinab zu den Brust- und Baucheingeweiden.

Die zwölf Hirnnervenpaare sind folgende:

Geruchsnerv. 1. Der Geruchsnerv. Derselbe liegt platt an der Unterseite der Stirnlappen des Gehirns. Sein verdicktes kolbiges Ende ruht der horizontalen Platte des Siebbeins auf und sendet durch die Löcher der Siebbeinplatte zahlreiche Nervenäste hinab zur Nasenhöhle, in deren Schleimhaut die Riechnerven in den Riechzellen enden.

Sehnerv. 2. Der Sehnerv. Der Sehnerv tritt vor den zum Großhirn gehenden Brückenarmen aus der Tiefe hervor. Rechter und linker Sehnerv nähern sich sodann, verschmelzen miteinander und bilden, wieder auseinanderweichend, eine x-förmige Figur: Die Sehnervenkreuzung. Hierbei findet eine teilweise wirkliche Kreuzung der von der rechten und der linken Hirnseite kommenden Nervenfasern statt, so daß der rechten Hirnseite entstammende Sehnervenfasern zum linken Auge und der linken Hirnseite entstammende Sehnervenfasern zum rechten Auge gehen.

Nach der Kreuzung treten rechter und linker Sehnerv durch das Sehloch in die Augenhöhle (s. Fig. 14) und gehen über in den Augapfel, der dem Sehnerven wie die Frucht dem Stiele aufsitzt.

Das dritte, vierte und sechste Nervenpaar stellen reine Bewegungsnerven dar, und zwar gehen diese sämtlich zu den Muskeln, welche der Bewegung des Augapfels und des obern Augenlids dienen.

Fünfter oder dreigeteilter Nerv. Das fünfte Hirnnervenpaar oder der dreigeteilte Nerv. Der dreigeteilte Nerv ist der stärkste der Gehirnnerven. Er tritt seitlich von den Brückenarmen zum Kleinhirn hervor und bildet noch in der Schädelhöhle einen Nervenknoten,

von welchem aus die drei Äste des Nerven, durch Kanäle des knöchernen Schädels hindurchtretend, zu den verschiedenen Bezirken des Gesichtsschädels gelangen. Der erste und zweite Ast sind reine Empfindungsnerven, und versorgen die Stirngegend, die Augengegend, die Haut der Nase, der Wangen, sowie die Zähne des Oberkiefers mit Empfindungsnerven, während der dritte Ast ein gemischter Nerv ist, der Bewegungsfasern zu allen Kaumuskeln, Empfindungsnerven namentlich zu den Zähnen des Unterkiefers, zur Zunge, zur Wangenschleimhaut, zur Schläfengegend, zur Haut der Unterlippe und des Kinns sendet.

Es sind Zweige dieses mit seinen Verzweigungen durch feinste Knochenkanälchen hindurchtretenden und außerordentlich leicht verletzbaren Nerven, deren Empfindlichkeit sich durch ein Heer von Zahnschmerzen, Kopfschmerzen, Gesichtsschmerzen, Migräne u. dergl. bemerkbar macht, — Lebensäußerungen, die dem dreigeteilten Nerv schon oft den Ruf eines besonderen Plagegeistes der Menschheit eingebracht haben.

Das siebente Hirnnervenpaar oder der Gesichtsnerv ist wieder ein reiner Bewegungsnerv. Und zwar gehen seine Verzweigungen zu allen denjenigen Muskeln des Gesichts, welche das Mienenspiel verursachen und den Gemütsbewegungen ihren bezeichnenden Ausdruck verleihen. Der Gesichtsnerv wird daher auch der „mimische" Nerv genannt. Lähmung des Gesichtsnerven auf einer Seite schafft eine bezeichnende und unverkennbare Ungleichheit der beiden Gesichtshälften, indem auf der gelähmten Seite das untere Augenlid, der Mundwinkel, die Wangen schlaff herabhängen, die vom Nasenflügel ausgehende Falte sich verstreicht usw. Gesichtsnerv.

Das achte Hirnnervenpaar bildet der Gehörnerv. Derselbe tritt in den inneren Gehörkanal am Felsenbein des Schädelgrunds und verbreitet sich in den im Innern des Felsenbeins gelegenen und die Gehörsempfindungen vermittelnden Teilen des Gehörorgans. Gehörnerv.

Das neunte Paar, der Zungenschlundkopfnerv oder Geschmacksnerv ist ein gemischter Nerv. Er sendet sowohl Bewegungsnerven zu den Muskeln des Schlundkopfs, als auch Empfindungsfasern zum Rachen, zur Zungenwurzel und zum Kehldeckel. Vor allem aber vermitteln seine am Zungengrund endenden Fasern die Geschmacksempfindung. Zungenschlundkopf oder Geschmacksnerv.

Das zehnte Hirnnervenpaar, der herumschweifende oder Lungen-Magennerv besitzt eine besondere Wichtigkeit wegen seiner Beziehungen zur Lebensthätigkeit des Herzens, der Atmungs- und Verdauungsorgane. Durch einen im Hinterhauptsbein seitlich des großen Hinterhauptslochs gelegenen Kanal gelangt er in die Halsgegend, geht vielfache Verbindungen mit anderen Nerven, insbesondere auch mit Zweigen des sympathischen Nervengeflechts ein, schickt Bewegungsnerven zu den Muskeln des Kehlkopfs und weiterhin Fasern zu den Luftröhren, zum Herzen, sowie zum Magen. Die Empfindungsfasern des herumschweifenden Nerven vermitteln das Gefühl von Hunger, Durst und Sättigung, das Atembedürfnis, das Gefühl der Beklemmung, den Hustenkitzel usw. Auf den Herzschlag wirkt der Lungen-Magennerv regulierend ein. Lungen-Magennerv.

Durchtrennung des zehnten Hirnnerven beiderseits wirkt unbedingt tödlich.

Das elfte Hirnnervenpaar, der Beinerv, verzweigt sich in der Muskulatur des Nackens. Beinerv.

Das zwölfte Hirnnervenpaar, der Zungenbewegungsnerv, ist ein reiner Bewegungsnerv. Er kreuzt die Halsgefäße im obern Halsdreieck unter dem Kieferwinkel und mündet in der Muskulatur der Zunge.

Von den zwölf Gehirnnerven sind also

1. reine Sinnesnerven:

das erste Paar, der Geruchsnerv,

das zweite Paar, der Sehnerv,
das achte Paar, der Gehörnerv;

2. reine Bewegungsnerven:

das dritte Paar,
das vierte Paar,
das sechste Paar,
} die Bewegungsnerven des Augapfels,
das siebente Paar, der Gesichtsnerv,
das zwölfte Paar, der Zungenbewegungsnerv;

3. gemischte Nerven:

das fünfte Paar, der dreiteilige Nerv,
das neunte Paar, der Zungenschlundkopf- oder Geschmacksnerv,
das zehnte Paar, der herumschweifende Nerv,
das elfte Paar, der Beinerv.

Die Rückenmarksnerven.

§ 218. Die Rückenmarksnerven.

Vom Rückenmark gehen 31 Paar Rückenmarksnerven, nach Verlauf und Verteilung symmetrisch angeordnet, hervor. (Vergl. 321.) Nach den Rückenmarksgegenden, in denen diese Nerven austreten, unterscheidet man folgende Nervenpaare:

8 Halsnerven,
12 Brustnerven,
5 Lendennerven,
5 Kreuzbeinnerven und
1 Steißbeinnerv.

Wurzeln der Rückenmarksnerven.

Ein jeder Rückenmarksnerv entspringt aus den Seitenfurchen des Rückenmarks mit zwei Wurzeln: einer vorderen, nur aus Bewegungsfasern bestehend (aus dem Vorderhorn des Marks austretend) und einer hinteren, nur aus Empfindungsfasern bestehend (aus dem Hinterhorn des Rückenmarks). Beide Wurzeln, von denen die hintere die stärkere ist, bestehen aus platten Faserbündeln, welche sich bereits im Zwischenwirbelloch, nachdem die hintere Wurzel einen Nervenknoten gebildet, zu einem einfachen rundlichen Nerven, dem Rückenmarksnerven vereinen. Alle Rückenmarksnerven sind also gemischte Nerven, d. h. sie führen sowohl Bewegungs- wie Empfindungsfasern nebeneinander.

Jeder Rückenmarksnerv zerfällt nach seinem Durchtritt durch das Zwischenwirbelloch in einen vorderen und hinteren Zweig. Die hinteren, bedeutend schwächeren Zweige gehen zwischen den Querfortsätzen der Wirbel zu den langen Muskeln der Wirbelsäule, sowie zur Haut des Nackens und des Rückens.

Geflechte der Rückenmarksnerven.

Die vorderen Zweige, welche die Seitenteile und die Vorderwand des Rumpfes, sowie die Gliedmaßen mit Nerven versorgen, bilden miteinander Nervengeflechte, aus welchen dann erst die eigentlichen Nervenstämme hervorgehen, die zum großen Teil neben den Blutgefäßen verlaufen. So unterscheiden wir ein Nackengeflecht, ein Armgeflecht, ein Lendengeflecht, ein Kreuzbeingeflecht. Da das Rückenmark in der Gegend des ersten Lendenwirbels sein Ende findet, so wird der Rückgratskanal innerhalb des Restes der Lendenwirbel, des Kreuzbeins und des Steißbeins nur von den nebeneinander gelagerten und nach abwärts strebenden Lenden- und Kreuznerven eingenommen, die hier mit ihren Strängen den sogenannten Pferdeschweif bilden.

Diejenigen Rückenmarksnerven, welche zu den Gliedmaßen gehen, sind weitaus die stärksten. Es sind dies die unteren Halsnerven oder das Armgeflecht für

die Arme, die Lenden und Kreuzbeinnerven für die Beine. Der stärkste Nerv des Körpers ist der dem Kreuzbeingeflecht entstammende Hüft- oder Sitzbeinnerv (Nervus ischiadicus), welcher aus der Tiefe des Gesäßes vortretend, an der Hinterseite des Schenkels zur Kniekehle und weiter hinab bis zum Fuße zieht. Es ist dieser Nerv, welcher bei dem als Ischias bekannten Leiden der Sitz sehr heftiger Schmerzen ist.

§ 219. Das sympathische Nervengeflecht.

Das sympathische Nervengeflecht

Das sympathische Nervengeflecht oder das vegetative Nervensystem ist bereits in § 195 flüchtig erwähnt. Dasselbe besteht aus Nervenzellen und Nervenfasern, welche, namentlich dem Gefäßsystem folgend, in allen Organen des vegetativen Lebens, d. h. in den Organen der Verdauung und Ernährung, der Absonderung, in den Geschlechtsorganen, im Herzen und in den Blutgefäßen, kurz überall dort sich verbreiten, wo unwillkürliche Lebensvorgänge stattfinden und wo organische oder glatte Muskeln vorhanden sind.

Das sympathische Nervengeflecht steht allenthalben in Verbindung mit den dem Gehirn und Rückenmark entstammenden Nerven. Durch diese Verbindungen kommt der Einfluß namentlich reflektorischer Vorgänge auch auf die glatte unwillkürliche Muskulatur zu stande. Beispiele sind früher bei der Darstellung der Reflexbewegungen gegeben.

Der Hauptstrang des sympathischen Geflechtes, welcher auch kurzweg als der sympathische Nerv bezeichnet wird, liegt rechts und links von der Wirbelsäule, und besteht aus zahlreichen vom oberen Teil der Halswirbelsäule bis hinab zum Steißbein gelegenen und durch Stränge von Nervenfasern verbundenen Nervenknoten (Ganglien). Von diesem Hauptstrang gehen die Verbindungen zu allen Rückenmarks- und einigen Hirnnerven aus, und weiterhin die zahlreichen feinen Äste, welche, namentlich die Blutgefäße auf ihrem ganzen Verlauf geflechtartig umspinnend, zu allen Organen des Körpers hinführen.

§ 220. Der Geruchsinn.

Der Geruchsinn.

Als den Vermittler des Geruchsinnes haben wir den ersten Hirnnerven, den Riechnerven, kennen gelernt. Derselbe breitet sich in den oberen Teilen der Nasenhöhle aus, und zwar in der Schleimhaut, welche die obere und mittlere Nasenmuschel, sowie den entsprechenden Abschnitt der Nasenscheidewand überzieht. Die letzten Enden des Riechnerven enden hier in den langgestreckten sogenannten Riechzellen, welche mit feinen haarförmigen Fortsätzen über die Fläche der feuchten Schleimhaut hinausragen und so direkt mit den zu riechenden Stoffen in Berührung treten können (s. Fig. 338).

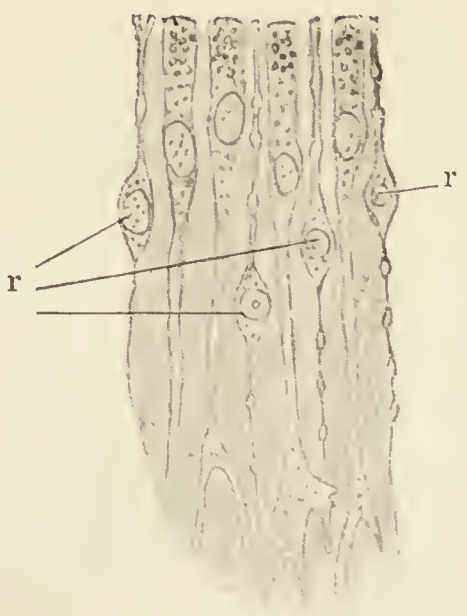


Fig. 338. Endigung von Riechnerven in der Nasenschleimhaut. rr Riechzellen, dazwischen Stützzellen, zwischen deren zylindrischen Enden die Fortsätze der Riechzellen an der Oberfläche der Schleimhaut münden. — Vergrößerung 500.

Diese Berührung wird vermittelt durch den Luftstrom, der bei der Einatmung die Wände der Nasenhöhle bestreicht, weshalb wir dann, wenn wir einen in der Luft enthaltenen Geruch genauer prüfen und erkennen wollen, eine Reihe kurzer Einatmungen machen: Schnüffeln oder Schnuppern. Die Wahrnehmung von Gerüchen, welche uns durch den Wind zugetragen werden, nennen wir „Wittern".

Riechstoffe.

Manche Stoffe erregen schon in unglaublichen Verdünnungen, wo auch die besten und feinsten chemischen

Reaktionen im Stich lassen, unsere Geruchsnerven. So riecht man noch $^1/_{30000}$ Milligramm Brom, $^1/_{50000}$ Milligramm Schwefelwasserstoff, die in einem Kubikcentimeter Luft enthalten sind, von anderen chemischen Stoffen sogar noch geringere Mengen. Die Urteile verschiedener Menschen über das Angenehme und Unangenehme eines Geruchs sind sehr verschieden. Dabei spielt auch die Menge, in der ein flüchtiger Riechstoff in der Einatmungsluft enthalten ist, eine Rolle. Der köstliche Duft einer Hyazinthe wird zu einem stechenden und betäubenden, wenn zahlreiche Hyazinthen lange in einem geschlossenen Zimmer stehen; der in außerordentlicher Verdünnung im Wein vorhandene Önanthäther, welcher dem Wein sein eigentümliches schönes Bouquet mit verleiht, ist derselbe Stoff, welcher den hervorstechenden Gestank eines Ziegenstalls ausmacht; das Kumarin, welches den durchaus nicht jedem angenehmen starken Geruch des frischgemähten Heus verursacht, giebt in ganz geringen Mengen der Maibowle ihr köstliches Aroma.

Abstumpfung des Geruchs.

Bei stärkeren andauernden Geruchseinwirkungen ermüdet der Riechnerv bald und stumpft sich gegen den Eindruck der stetig in der Atemluft vorhandenen Riechstoffe ab. Für Leute, die in schlecht riechender Luft arbeiten müssen, wie Kanalarbeiter, Arbeiter in chemischen Fabriken, Gerber, Leimsieder u. dergl. ist dies eine Wohlthat. Andererseits hat solche Abstumpfung auch ihre bedenkliche Seite für die Insassen überfüllter fest geschlossener Schulzimmer, Wirtszimmer oder Schlafzimmer. Erst der aus freier frischer Luft Eintretende wird da mit Ekel gewahr, in welcher Schmutz- und Stinkluft sich Menschen anscheinend ganz wohl befinden können.

Das Auge.

§ 221. Das Auge. (Fig. 339.)

Bei der Betrachtung des Auges oder des Sehorgans unterscheiden wir das eigentliche Auge oder den Augapfel, und die umgebenden Teile, welche zur Befestigung, zur Bewegung, zum Schutze usw. des Augapfels dienen.

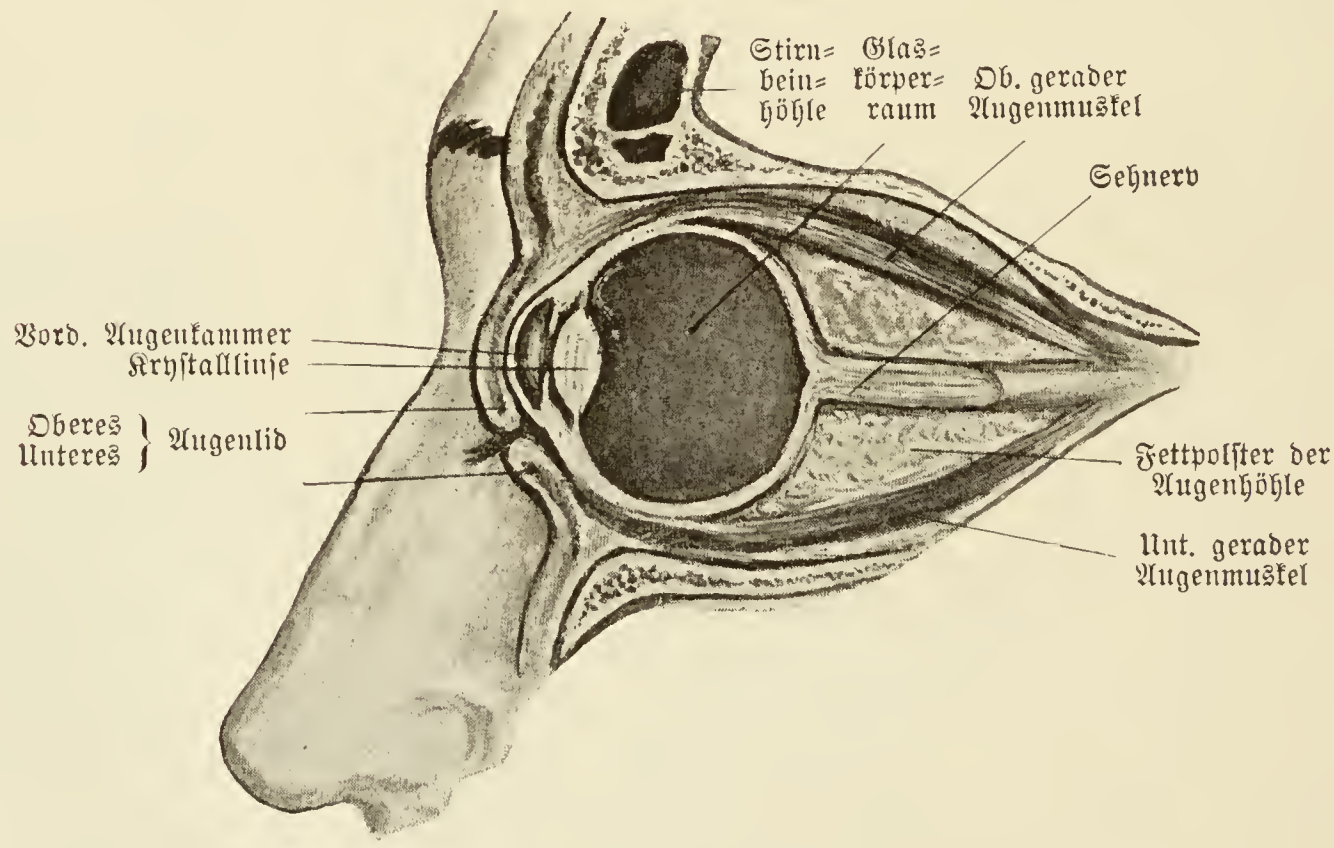


Fig. 339. Durchschnitt des Auges und der Augenhöhle.

Augapfel und Netzhaut.

Der Seh- oder Augennerv mündet innerhalb der knöchernen Augenhöhle in dem fast kugelig gestalteten Augapfel, und breitet sich im Innern desselben, im Augenhintergrund, schalenförmig als eine zarte durchscheinende Haut, die Netzhaut,

aus. Die Netzhaut ist die Trägerin der eigentlichen lichtempfindenden Nervenelemente des Auges. Im übrigen stellt der Augapfel einen von starken und ernährenden Hüllen umgebenen optischen Apparat dar, der nach Art einer photographischen Dunkelkammer gebaut, ein verkleinertes umgekehrtes Bild der Außenwelt auf die Netzhaut wirft.

Fettgewebe der Augenhöhle.

Der Augapfel füllt die Augenhöhle nur zum kleinen Teile aus. Er ist vielmehr in der Augenhöhle eingebettet in ein weiches und lockeres Polster von Fettgewebe, und in dieser Umhüllung vollkommen beweglich, gleich wie ein kugeliger Gelenkkopf in seiner Pfanne. Sechs kleine, ebenfalls in der Augenhöhle belegene Muskeln, die Augenmuskeln, dienen dazu, den Augapfel zu drehen, während ein siebenter Muskel zum Heben des oberen Augenlids bestimmt ist.

Augenmuskeln.

Außerdem gehören zum Auge noch besondere Schutz- und Hilfsorgane, welche sowohl den Augapfel gegen mechanische Verletzungen, z. B. das Eindringen von Staub oder gröberen Fremdkörpern, von geflügelten Insekten u. dergl. schützen, als auch das Einfallen von zu grellen Lichtreizen ins Auge abhalten. Es sind dies die Augenlider und die Augenbrauen. Ihnen schließen sich an die Thränenorgane, welche den der Außenwelt zugewandten, in der Lidspalte sichtbaren Teil des Auges, wozu namentlich die dem Augapfel wie ein Uhrglas aufgesetzte durchsichtige Hornhaut gehört, befeuchten und reinigen.

Augenlider und Augenbrauen.

Thränenorgane.

§ 222. Die Augenmuskeln.

Die Augenmuskeln.

Neben dem Heber des oberen Augenlides befinden sich in der Augenhöhle sechs Muskeln, welche den runden Augapfel bewegen, und zwar so vollkommen nach allen Richtungen, daß das Auge auf jeden Punkt des äußeren Gesichtskreises gerichtet werden kann. Dies ist dadurch ermöglicht, daß immer je zwei gegenüberliegende und gegensinnig wirkende Muskeln das Auge um eine bestimmte Achse drehen. Solcher Achsen giebt es drei, und zwar stehen dieselben senkrecht aufeinander. Das eine Paar der Augenmuskeln zieht den Augapfel um eine von rechts nach links gehende Achse entweder nach oben oder nach unten, das zweite Paar um eine von oben nach unten gehende Achse entweder nach einwärts oder nach auswärts. Das dritte Paar dreht den Augapfel um eine von vorn nach hinten gehende Achse kreisförmig nach innen oder nach außen. Das Zusammenwirken dieser drei Bewegungsarten erzielt also mit den einfachsten Mitteln die allseitige Bewegungsmöglichkeit des Auges.

Dieser drei Muskelpaare müssen sich dabei vollkommen das Gleichgewicht halten. Ist das Gleichgewicht gestört, überwiegt die Kraft eines dieser Muskeln dauernd die Kraft seines Antagonisten, d. h. des ihm gegensinnig arbeitenden Muskels, so sieht in der Ruhestellung die Pupille nicht mehr nach vorn, sondern es tritt die als Schielen bezeichnete Abweichung der graden Blickrichtung ein. Ist z. B. der innere Augenmuskel gelähmt und schwächer als der äußere, so hat letzterer das Übergewicht, und das Auge schielt nach außen; ist der äußere Muskel schwächer und der innere hat das Übergewicht, so schielt das Auge nach innen. Durch eine kleine Operation, die Schieloperation, wobei man die Fasern des zu stark ziehenden Muskels durchschneidet, vermag man das Gleichgewicht wieder herzustellen, und dem Auge seine Blickrichtung geradeaus wiederzugeben.

Schielen.

Augenlider und Augenbrauen.

§ 223. Augenlider und Augenbrauen.

Die Augenlider sind zwei bewegliche Deckel, welche wie Klappen bis zum vollkommenen Schluß der Lidspalte vor das Auge gezogen werden können. Die Lider erhalten ihre Festigkeit durch zwei eingelagerte halbmondförmige Knorpelstückchen, die Lidknorpel. Die Lidknorpel sind beim Menschen am stärksten entwickelt. Daher ist nicht nur beim menschlichen Auge das Weiße im Auge am größten, und verleiht dadurch dem Menschenauge seine besondere Schönheit und Ausdrucksfähigkeit, sondern der Mensch hat dadurch auch vor den Tieren das voraus, daß er seine Augen in größerem Bogen horizontal bewegen und einen größeren Gesichtskreis bei unveränderter Stellung des Kopfes zu umfassen vermag.

Lidknorpel.

Haut der Augenlider

Die Haut über den Augenlidern ist sehr dünn und entbehrt im Unterhautzellgewebe jeglichen Fettpolsters. Aus diesem Grunde stellt sich bei Entzündungen in der Augengegend oder deren Nachbarschaft, bei der Gesichtsrose u. s. w. leicht starke Geschwulst der Augenlider ein, die dieselben unförmig aufgetrieben macht, so daß die Augenlidspalte fast ganz verschlossen wird. Ebenso verbreiten sich hier leicht Blutergüsse unter der Haut schon nach geringfügigeren Verletzungen (Schlag, Stoß, Fall u. dergl.), und bringen das bekannte „blaue Auge" zuwege.

Die Zartheit der Haut um die Augenlidspalte macht, daß gerade hier, als eine der ersten Alterserscheinungen im Gesicht, sich leicht zahlreiche Furchen und Fältchen eingraben. Ebenso bleibt im höheren Alter die Haut am unteren Augenlid leicht gedunsen, so daß sie jederseits wie ein bläulicher Beutel herabhängt, durch eine tiefe Furche von der Wange abgegrenzt.

Augenwimpern.

Der freie Rand der Lider ist besetzt mit den Augenwimpern, bestehend aus kleinen festen Härchen. Sie sind am oberen Augenlid etwas länger und leicht aufwärts gekrümmt, am unteren Augenlid nach abwärts. Die Spitzen der Wimperhärchen sehen nach vorne. Die Wimpern schützen das Auge vor dem Eindringen kleiner Fremdkörper und Insekten.

Meibomsche Drüsen.

An der Innenseite der Lidknorpel befinden sich die sogenannten Meibom'schen Drüsen, zierlich traubenförmig gestaltet. Dieselben münden am freien Rand der Augenlider und sondern einen Talg, die Augenbutter, ab, welcher den Lidrand beölt, um das Überfließen der Thränen zu verhüten. Entzündungen in diesen Talgdrüsen sind häufig und als „Gerstenkorn" bekannt.

Augenbrauen.

Die Augenbrauen bilden in der Gegend des oberen Randes der Augenhöhle, indes nicht mit diesem Rand genau gleichsinnig verlaufend, eine bogenförmige mehr oder weniger geschwungene Linie von dicht zusammenstehenden kurzen festen Härchen, deren Spitzen meist seitwärts sehen. Die Augenbrauenbogen sind ein besonderer Schmuck des Antlitzes — daher bei eitlen Frauen und Männern die Farbe auch das vervollständigen muß, was die Natur zu kärglich gespendet hat. Halbkreisförmig geschwungene Augenbrauen, wie sie Raffaels Madonnen zeigen, sind ein Zeichen der Sanftmut; dichte buschige Brauen, nach der Nasenwurzel zu abwärts gebogen, so daß das Auge aus ihrem Schatten mit verhaltener Kraft drohend hervorblitzt, sind ein charakteristisches Merkmal tiefinnerlicher Leidenschaft und machtvollen niederwerfenden Willens. Mit solchen Brauen „winkte" der olympische Zeus, so daß Himmel und Erde erbebten, und solche olympische Brauen trugen wesentlich bei, dem machtvollen Kopf Bismarcks sein Gepräge zu geben. —

In seltenen Fällen sind die Augenbrauen der rechten und linken Seite über der Nasenwurzel miteinander verschmolzen. Solche zusammengewachsenen Augenbrauen verursachen schon ihrer Seltenheit wegen den Eindruck des Unheimlichen, während sie andererseits als bezeichnend für Härte des Charakters gedeutet werden.

§ 224. Die Bindehaut des Auges.

Bindehaut des Auges

Die hintere Fläche der Augenlider ist überzogen von einer blutgefäßreichen und daher rötlich gefärbten Schleimhaut, der Bindehaut des Auges. Dieselbe schlägt sich in der Tiefe auf den Augapfel um, und überzieht den ganzen vorderen Teil des Augapfels bis zur durchsichtigen Hornhaut hin. Die Bindehaut des Augapfels ist indes arm an Blutgefäßen: nur einzelne kleine sichtbaren Äderchen erstrecken sich von den Augenwinkeln zur Hornhaut hin.

Die Bindehaut des Auges ist der Sitz zahlreicher Erkrankungen, meist ansteckender Art. Die sogenannte ägyptische Augenkrankheit ist unter diesen besonders gefürchtet. Auf das Vorhandensein solcher ansteckender Bindehauterkrankungen ist in den Schulen besonders zu achten; daran erkrankte Kinder sind sofort aus der Schule zu entfernen und geeigneter Behandlung zuzuführen.

Erkrankungen der Bindehaut.

Am inneren Augenwinkel bildet die Bindehaut eine kleine senkrecht gestellte halbmondförmige Falte, eine Erinnerung an die Nickhaut zahlreicher Tiere. Hier liegt auch eine Gruppe von Talgdrüsen, deren Absonderung zusammen mit dem Schleim der Bindehaut sich nachts zu einem kleinen bröckligen Klümpchen im inneren Augenwinkel verhärtet, dem sogenannten „Sandmann".

§ 225. Die Thränenorgane.

Die Thränenorgane.

Die Thränenorgane bestehen aus den Thränendrüsen und den Ableitungswegen der Thränen zur Nasenhöhle. Die Thränendrüse liegt über dem äußern Augenwinkel in einer Grube hinter dem vom Jochfortsatz des Stirnbeins gebildeten knöchernen Rand der Augenhöhle. Die Ausführungsgänge der Thränendrüse münden in der Bindehaut über dem äußern Augenwinkel. Die Thränenflüssigkeit wird von hier durch die Bewegungen der Lider über die Vorderfläche des Augapfels ausgebreitet und gegen den inneren Augenwinkel gedrängt, wo sie sich in der dort befindlichen kleinen dreieckigen Bucht, dem Thränensee, sammelt. Nur bei starkem Thränenerguß fließen die Thränen hier über, und strömen — beim Weinen — das Gesicht entlang. Für gewöhnlich wird die Thränenflüssigkeit am inneren Augenwinkel durch die Thränenkanälchen aufgesaugt. Diese nehmen ihren Anfang mit punktförmiger Öffnung im obern wie im untern Augenlid, den Thränenpunkten. Die Thränenkanälchen leiten die Thränenflüssigkeit weiter zum Thränensack, und von da durch den Thränennasengang zur Nasenhöhle.

Thränendrüse.

Thränenkanälchen.

Die Thränenflüssigkeit ist ziemlich stark salzhaltig, reizt daher bei stärkerem Überströmen von Thränen die Ränder der Lider, so daß diese gerötet erscheinen (rot verweinte Augen). Bei manchen erregbaren Menschen erscheint nach Gemütsbewegungen, die bis zum Vergießen von Thränen führen, auch an den Wangen über den Jochbeinen eine bis apfelgroße lebhafte Rötung der Haut. Sehr schön hat dies Rubens bei mehreren seiner Frauenköpfe (z. B. der heiligen Cäcilie des Berliner Museums) dargestellt.

Thränenflüssigkeit.

§ 226. Der Augapfel und seine Häute. (Fig. 340.)

Der Augapfel und seine Häute.

Der Augapfel ist ein Sehwerkzeug von größter Vollkommenheit. Seine Gestalt ist nahezu kugelig; an der Vorderseite ist indes noch ein Kugelabschnitt, die Hornhaut, wie ein Uhrglas aufgesetzt. Der Augapfel besteht aus einer Reihe von konzentrisch ineinander geschachtelten Häuten, welche sich wie die Schalen einer

Zwiebel ablösen lassen. Das Innere, der Kern des Auges ist mit durchsichtigem Inhalt gefüllt.

Der Augapfel liegt nicht ganz in der Mitte der Augenhöhle, sondern etwas mehr nach innen. Er tritt bei den verschiedenen Menschen verschieden vor. Ist z. B. durch schlechten Ernährungszustand oder auszehrende Krankheit der Fettgehalt der Augenhöhle sehr gering, so liegen die Augen sehr tief, sind eingesunken („hohle Augen"). Stehen sie stärker vor, und ist die Lidspalte für gewöhnlich sehr weit offen, so spricht man von „großen" Augen, in hochgradigen Fällen auch von „Glotzaugen". Vorstehende Augen durch Verlängerung der Längsachse des Auges finden sich auch bei stark Kurzsichtigen; jedoch ist dabei die Lidspalte fast stets verengert, was dem Kurzsichtigen nach abgelegter Brille ein bezeichnendes Aussehen verleiht.

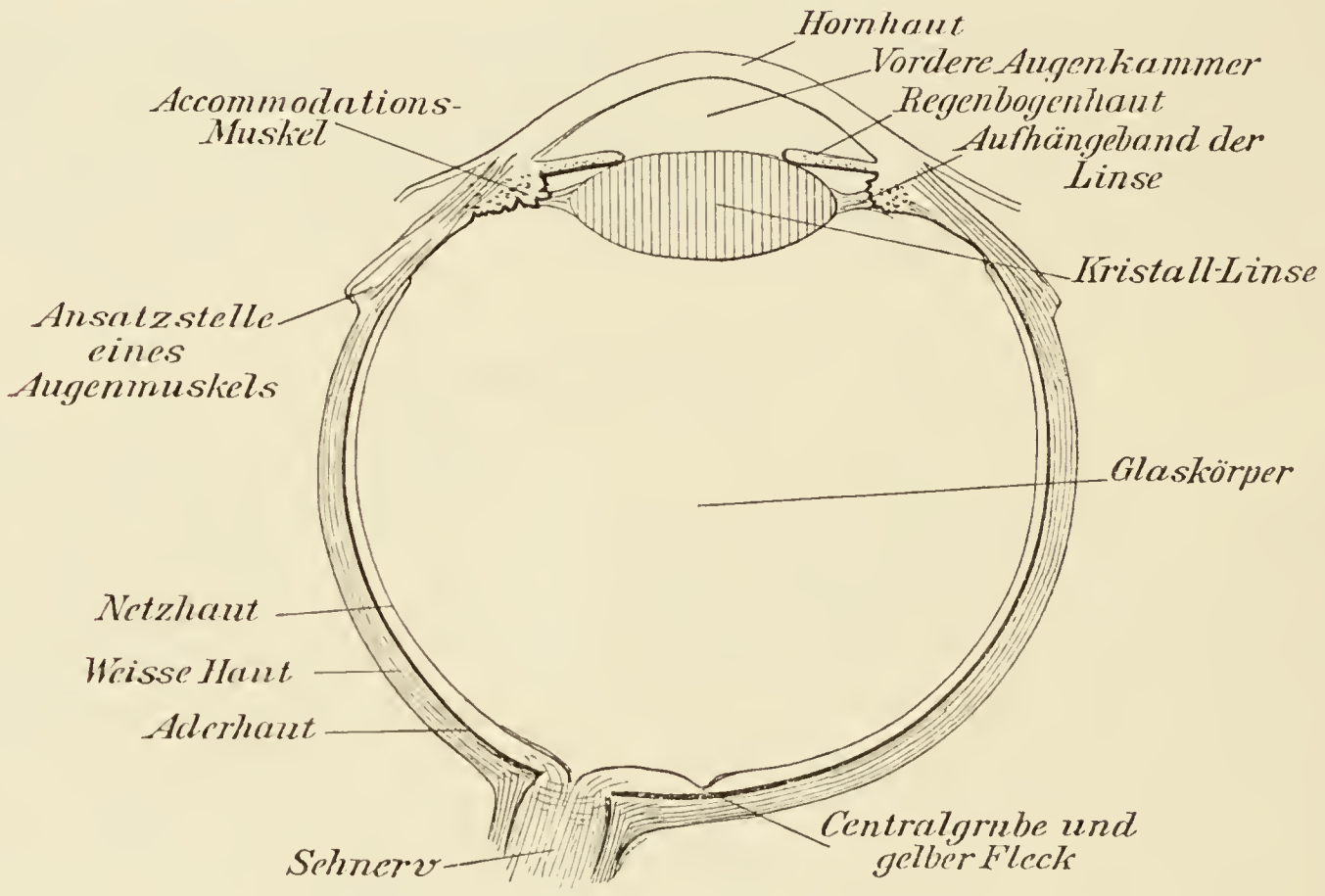


Fig. 340. Horizontaldurchschnitt durch den Augapfel.

Die Häute des Augapfels sind folgende:

Weiße oder harte Augenhaut.

1. Die weiße oder harte Haut. Blutarm, und weiß bis bläulichweiß gefärbt, (nur bei Entzündungen von rötlichem Aussehen), umschließt sie als feste äußere Hülle den Augapfel. Sie weist zwei kreisrunde Öffnungen auf: eine hintere kleinere für den Eintritt des Sehnerven in den Augapfel, und eine vordere größere für die aufgesetzte Hornhaut. Über den Rand der letzteren schiebt sich die weiße Haut rundum etwas vor, und umfaßt sie wie den Rand eines Uhrglases.

Hornhaut.

2. Die Hornhaut. Die Hornhaut ist blutgefäßlos, vollkommen durchsichtig und klar und hat eine glatte Oberfläche, die dem Auge seinen spiegelnden Glanz verleiht. Das starke Glanzlicht der Hornhaut giebt dem Auge den Ausdruck der Lebendigkeit. Das Auge der Leiche, selbst schon das des Schwerkranken, hat nur einen matten wächsernen Glanz. Im Binnenraum mit einfallendem Licht spiegelt die Hornhaut genau die Gestalt der Lichtquelle wieder. Berühmt ist das Dürersche Bildnis des Hieronymus Holzschuher im Museum zu Berlin, auf dessen Hornhaut sich deutlich das viereckige Fenster mit seinem Fensterkreuz abspiegelt.

Im Alter beginnt sich die Hornhaut an ihrer Peripherie zu trüben, so daß rundum am Hornhautrande ein getrübter weißlicher Ring entsteht, der Greisenbogen.

3. Die Aderhaut überzieht die Innenfläche der weißen Augenhaut. Sie ist ungemein blutgefäßreich, und außerdem durch eine Schicht von farbstoffhaltigen (Pigment-) Zellen ausgezeichnet, welche dichtgedrängte schwarze Farbstoffkörnchen enthalten, und die Aderhaut schwärzlich färben. Diese Schicht, welche auch als „schwarze Tapete" des Auges bezeichnet wird, dient wie die Schwärzung der Innenfläche bei allen optischen Instrumenten, der Aufsaugung falschen ins Auge dringenden Lichtes. Aderhaut.

4. Die Aderhaut geht nach vorn über in die Regenbogenhaut, welche hinter der Hornhaut eine freistehende Platte bildet. Die Regenbogenhaut ist in der Mitte durch das runde Sehloch oder die Pupille unterbrochen. Sie dient zur Abblendung der Randstrahlen, und läßt nur durch die Pupille Lichtstrahlen ins Auge fallen. Da diese Abblendung bei sehr starkem einfallenden Lichte besonders notwendig ist, so hat die Regenbogenhaut die Fähigkeit, mittels eingelagerter organischer Muskelfasern die Pupille bei starkem Licht zu verengern, bei schwachem Licht zu erweitern (s. § 81, wo auch Abbildung gegeben ist). Durch Einträufelung eines Stoffes ins Auge, welcher die Muskelfasern der Regenbogenhaut lähmt (Atropin), vermag man die Pupille, z. B. zum Zweck der Untersuchung des Augeninnern, künstlich zu erweitern. Regenbogenhaut.

Die Regenbogenhaut, in ihrer vordern Fläche durch die Hornhaut vollkommen sichtbar, ist durch eingelagerten Farbstoff schwächer oder lebhafter gefärbt von lichtem Grau bis zu dunklerem Blau, und von Graugrünlich bis zu hellerem Braun, Tiefbraun und Schwarzbraun. Im allgemeinen ist der Farbstoff der Regenbogenhaut ein hellerer, wenn auch Haut und Haare keinen stärkeren Farbstoff besitzen, so daß weiße Haut, blonde oder rötliche Haare und blaue Augen zum blonden Typus, getönte Haut, dunkle Haare und braune bis schwarze Augen zum brünetten Typus gehören. Dazwischen liegen allerdings zahlreiche Übergänge. Blaue Augen bei schwarzem Haar, oder dunkelbraune Augen bei hellblondem Haar sind indes seltenere Abweichungen, werden aber deshalb oft als ganz besondere Schönheit gepriesen. Wer denkt dabei nicht an die blondhaarigen dunkeläugigen Frauenbildnisse Tizians und des älteren Palma? Auch Ariost verleiht in seinen berühmten Stanzen der bezaubernden Alcina goldblondes Haar und — schwarze Augbrauen und schwarze Augen.

Bei den Kakerlaken oder Albinos, denen krankhafterweise der Farbstoff der Haut und der Haare fehlt, hat auch das Auge keinen Farbstoff, und die Regenbogenhaut ist vermöge ihres Gehalts an Blutgefäßen lebhaft rot, genau wie bei tierischen Kakerlaken, von denen weiße Kaninchen und weiße Mäuse mit ihren roten Augen besonders häufig und bekannt sind. —

An der Übergangsstelle von der Aderhaut zur Regenbogenhaut befindet sich eine kreisförmig angeordnete Schicht organischer Muskeln: der Ciliar- oder Accommodationsmuskel. Derselbe vermag durch seine Zusammenziehung die Linse stärker zu wölben (s. u.) und dadurch das Auge zum Sehen in die Nähe wie in die Ferne verschieden einzustellen. Ciliar- oder Accommodationsmuskel.

5. Die Netzhaut liegt über der Innenfläche der Aderhaut, und stellt die Endausbreitung des Sehnerven dar, welcher als Markhügel etwas nach innen von der Längsachse des Auges in den Augenhintergrund eintritt, und sich becherförmig zur zarten durchsichtigen Netzhaut entfaltet. Die Netzhaut enthält die eigentlichen lichtempfindenden Elemente des Auges. Nur die runde Eintrittsstelle des Sehnerven selbst entbehrt derselben, und heißt deshalb der blinde Fleck. Dadurch, daß wir mit beiden Augen gleichzeitig sehen, und der Ausfall, den der blinde Fleck im Netz- Netzhaut. Blinder Fleck.

hautbilde des einen Auges verursacht, durch das andere Auge gedeckt wird, gewahren wir für gewöhnlich das Vorhandensein des blinden Flecks nicht; um so leichter kann man sich davon überzeugen, wenn man das eine Auge schließt. Schließen wir z. B. das rechte Auge, und fixieren mit dem linken Auge das Kreuzchen in Fig. 341

Fig. 341. Figur zum Nachweis des blinden Flecks im Auge.

rechts aus der Entfernung etwa, aus der wir zu lesen pflegen, so verschwindet vollständig die große weiße Kreisfläche links, weil dieser Teil des schwarzen Bandes mit der weißen Kreisfläche auf den blinden Fleck im linken Auge fällt. Schließen wir umgekehrt das linke Auge, und fixieren mit dem rechten die weiße Kreisfläche, so verschwindet das weiße Kreuzchen.

Bau der Netzhaut.

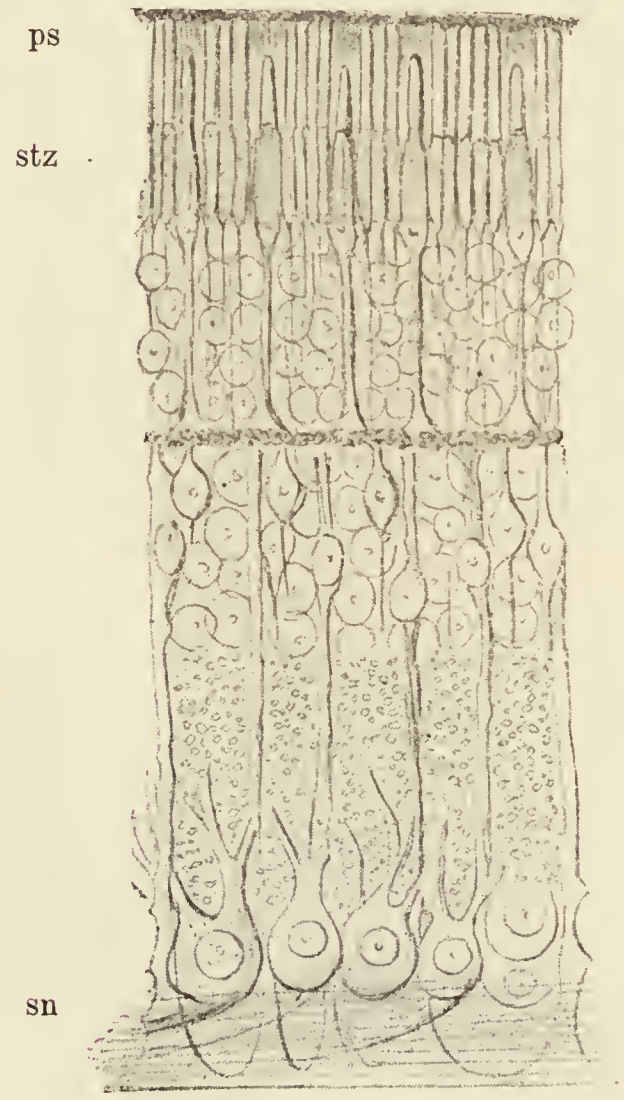


Fig. 342. Durchschnitt durch die menschliche Netzhaut. sn Schicht der Sehnervenfasern, welche zunächst zu größeren, dann zu kleineren Nervenzellen gehen. stz Schicht der Stäbchen und Zapfen. ps Pigmentschicht. — Vergrößerung 500.

Die zarte Netzhaut stellt in Bezug auf ihren feineren Bau, der mit den stärkstmöglichen Vergrößerungen mikroskopisch erforscht ist, eins der größten Wunder des Körpers dar. Sie besteht aus nervösen Elementen, Nervenzellen und feinsten Nervenfasern. Letztere münden schließlich in die letzten Endigungen der Sehnerven, die Stäbchen und Zapfen (Fig. 342). Diese feinen nervösen Bestandteile der Netzhaut finden Halt und Stütze an einem zarten, die Netzhaut durchsetzenden Bindegewebe, welches zugleich Träger der ernährenden Blutgefäße der Netzhaut ist. Die Nervenbestandteile der Netzhaut sind in einer Reihe von Schichten angeordnet, und zwar derart, daß auf eine zarte Begrenzungshaut gegen den Glaskörper hin erst die Fasern des Sehnerven sich finden, welche weiterhin zu den verschiedenen Schichten von größern wie kleinern Nervenzellen, sowie von Nervenfasern führen, um schließlich in den längern schmalen Stäbchen und den etwas kürzern und gedrungeneren Zapfen zu enden. Stäbchen und Zapfen endlich ragen mit ihren Enden in die oben erwähnte farbstoffhaltige Schicht der Aderhaut hinein. Man betrachtet diese Pigmentschicht übrigens besser als zur Netzhaut gehörig. Man hat die Zahl der Stäbchen in der Netzhaut auf 130 Millionen, die der Zapfen auf 7 Millionen berechnet. Den Zapfen schreibt man eine feinere Lichtempfänglichkeit als den Stäbchen zu, insbesondere auch die Farbenwahrnehmung. Stäbchen und Zapfen stehen dichtgedrängt nebeneinander, mit

ihrer Achse gegen die Kugelfläche der Netzhaut gerichtet. Ihre Verteilung auf dem größten Teil der Netzhautfläche ist so, daß bei einem Querschnitt der Netzhaut meist auf vier Stäbchen ein Zapfen folgt. Anders aber im „gelben Fleck". Wir verstehen darunter eine kreisförmige, in der Mitte etwas vertiefte (daher auch der Name „Zentralgrube"), nach außen von dem Eintritt des Sehnerven gelegene Stelle der Netzhaut, welche durch das Vorhandensein eines — nicht körnigen, daher die vollkommene Durchsichtigkeit nicht beeinträchtigenden — gelben Farbstoffes, sowie vor allem dadurch ausgezeichnet ist, daß sich hier nur Zapfen befinden. Hier ist der Ort des deutlichsten direkten Sehens. Wenn wir unsere Augen scharf auf einen Gegenstand richten, um ihn zu fixieren, um ihn möglichst genau, mit allen Einzelheiten zu sehen, so richten wir die Augen so, daß das Bildchen des betreffenden Gegenstandes auf die Stelle des gelben Fleckes fällt, und wenden unsere Aufmerksamkeit vorzugsweise diesem Teil des Netzhautbildes zu. In den andern Teilen der Netzhaut und zwar nach den seitlichen Netzhautpartien immer mehr abnehmend, ist die Sehempfindlichkeit eine geringere. —

Gelber Fleck der Netzhaut.

Fixieren eines Gegenstandes.

Wenn wir etwa an einem frühen Morgen hinaustreten in die taufrische Landschaft, so giebt das auf die Netzhaut fallende Bild einen künstlerischen Gesamteindruck der Farben und Formen des Himmels, der Berge, der Bäume und Sträucher usw. — ohne daß uns zahlreiche Einzelheiten zum Bewußtsein kommen. Erst wenn wir den einzelnen Baum, das einzelne Gebäude, den einzelnen Berg usw. nacheinander fixieren, d. h. sein Bild auf den gelben Fleck im Augenhintergrund fallen lassen, und wenn wir unsere Aufmerksamkeit auf diesen Teil des Netzhautbildes besonders richten, gewahren wir noch eine Fülle von Einzelheiten, die uns erst nicht zum Bewußtsein kamen. Indem wir prüfend — etwa zur zeichnerischen Wiedergabe — den einzelnen Baum mustern, löst sich der Eindruck seiner Laubmasse auf in die Einzelformen seiner Blätter, Zweige und Früchte. Was dabei das prüfende Auge an Erkenntnis der Einzelheiten gewinnt, geht aber am künstlerischen Gesamteindruck der Landschaft, ihrer Farben und ihrer Stimmung für den Augenblick verloren. Aus diesem Grunde hat eine neuzeitliche Richtung der Malerei, die „impressionistische" Schule, in dem Bestreben, die volle Frische des ersten Eindrucks im Bilde wiederzugeben, jedes nähere Eingehen auf die feinst wahrnehmbaren Einzelheiten des darzustellenden Ausschnitts der Natur verschmäht, und sucht möglichst durch breite Tönungen, Licht- und Schattenmassen eine geschlossene Gesamtwirkung zu erzielen. Solche Kunstrichtungen, von ihren Jüngern anfänglich gar zu ausschließlich und aufdringlich zur Geltung gebracht, stoßen stets erst ab, um später, soweit ihr Grundgedanke berechtigt ist, anerkanntes Gemeingut der Kunst zu werden. Beispiele hierfür sind zahlreich im Kunstschaffen der Neuzeit.

Gesamteindruck und Detailsehen.

Künstlerischer Eindruck und seine malerische Wiedergabe.

§ 227. Der Kern oder die lichtbrechenden Mittel des Augapfels.

Der Kern oder die lichtbrechenden Mittel des Augapfels.

Der Kern des Auges ist vollkommen durchsichtig und besteht aus folgenden lichtbrechenden Mitteln: erstens der wässerigen Augenflüssigkeit, zweitens der Kryställinse, und drittens dem Glaskörper.

Die wässerige Augenflüssigkeit bildet den Inhalt der vorderen Augenkammer, welche zwischen Hornhaut und Vorderfläche der Regenbogenhaut der Linse belegen ist. Ebenso befindet sich solche Flüssigkeit in dem kleinen Raum hinter der Regenbogenhaut und der vorderen Linsenkapsel, der hinteren Augenkammer.

Wässerige Augenflüssigkeit.

Die Kryställinse, dicht hinter der Pupille gelegen, hat die Form einer doppelt konvexen Linse, wie solche aus Glas bei den verschiedensten optischen Instrumenten verwendet wird. Sie besteht aus einer elastischen Masse, und ist überzogen von der

Kryställinse.

Linsenkapsel. Durch den Zug des Ciliar- oder Accommodationsmuskels an der Linsenkapsel kann die elastische Linse sich stärker wölben und ihre Krümmung so verändern, daß die in das Auge eintretenden Lichtstrahlen stärker gebrochen werden. Wir kommen auf diesen Vorgang, der es dem Auge ermöglicht, sich dem Sehen in die Nähe wie in die Ferne besonders anzupassen, noch zurück.

Krankhafte Veränderungen der Linse und der Linsenkapsel vermögen deren vollkommen durchsichtige Beschaffenheit zu beeinträchtigen, und Trübungen der Linse hervorzurufen. Diese Erkrankung des Auges wird als grauer Staar bezeichnet und führt in höheren Graden zu vollkommener Erblindung. Sind die übrigen Teile des Auges, wie meist der Fall, dabei gesund geblieben, so vermag Entfernung der kranken Linse durch den Staarstich die Sehfähigkeit, wenn auch nicht vollkommen, wieder herzustellen. Die Wirkung der nun fehlenden Linse muß dabei durch eine Brille mit stark konvexem Glas, die Staarbrille, ersetzt werden. —

Grauer Staar.

Der Glaskörper füllt die ganze Höhlung hinter der Linse bis zur Netzhaut aus, und besteht aus einer wasserhellen durchsichtigen gallertähnlichen Masse.

Glaskörper.

§ 228. Accommodation des Auges.

Accommodation oder Anpassungsvermögen.

Ein Gegenstand wird gesehen, wenn sich auf der lichtempfindenden Netzhaut ein deutliches verkleinertes Bild desselben bildet — ähnlich wie das gut eingestellte Bildchen auf der Tafel eines photographischen Apparats. Ein solches Bild kommt zu stande, wenn die Lichtstrahlen, welche von jedem einzelnen Punkte der Oberfläche eines Gegenstandes ausgehen, derart im Augeninnern gebrochen werden, daß sie sich auf der Netzhaut vereinen. Das so entstehende Netzhautbildchen ist umgekehrt — indes durch einen seelischen Akt werden die Erregungen eines jeden Punktes der Netzhaut derart zurückverlegt, daß alle Punkte in einer vor dem Auge schwebenden Fläche zu liegen scheinen, welche das Gesichtsfeld genannt wird. Bei dieser Zurückverlegung nach außen wird das Netzhautbildchen wieder umgekehrt, d. h. es erscheint aufrecht.

Aufrechtstehen.

Da die lichtempfindliche Fläche der Netzhaut mosaikartig aus den Enden der Zapfen und Stäbchen zusammengesetzt ist, und ein Netzhautbildchen als eine Mosaik unzähliger Lichtpunkte des gesehenen Gegenstandes dem Sehnerven übermittelt wird, so bestimmen Zahl und Dichtigkeit der Stäbchen und Zapfen der Netzhaut das äußerste Maß der Sehschärfe.

Einstellung des Auges auf nahe oder ferne Gegenstände.

Nun kommt aber ein scharfes Netzhautbild eines Gegenstandes nicht in derselben Weise zu stande, gleichviel ob der Gegenstand sich ferne oder nahe vom Auge befindet. Vielmehr muß das Auge je nach der Entfernung der Gegenstände, welche deutlich gesehen werden sollen, verschieden eingestellt werden. Wir nennen diesen Vorgang die Accommodation des Auges. Dieselbe besteht darin, daß die Linse ein verschiedenes Brechungsvermögen erhält, indem sie den Abständen der zu sehenden Gegenstände entsprechend bald weniger gewölbt, d. h. flacher, bald stärker gewölbt und dicker gemacht werden kann. Es ist der Ciliar- oder Accommodationsmuskel, welcher durch seine Zusammenziehung die Linse stärker zu wölben vermag.

Accommodationsmuskel.

Ist der Accommodationsmuskel vollkommen in Ruhe, und die Linse ganz flach, so ist das normalsichtige Auge für die größte Ferne eingestellt. Strahlen, welche von fernsten Gegenständen wie z. B. von Himmelskörpern (Mond) kommen, und so gut wie parallel sind, werden demnach auf der Netzhaut vereinigt — der Brennpunkt der Linse liegt dann eben genau in der Netzhaut (Fig. 343). Soll dagegen das Auge für das Sehen naher Gegenstände eingestellt werden, so wird die

Linse durch die Thätigkeit des Accommodationsmuskels dicker, ihre Vorderfläche wird gewölbter, und ragt weiter in die vordere Augenkammer hinein (Fig. 344). Es geht daraus auch hervor, daß anhaltendes Sehen naher Gegenstände oder Naharbeit, wie Lesen, Schreiben, Zeichnen usw. andauernde Thätigkeit des Accommodationsmuskels bedingt, denselben anstrengt und schließlich auch ermüdet, während das Sehen in die Ferne für diesen Muskel erholend ist. —

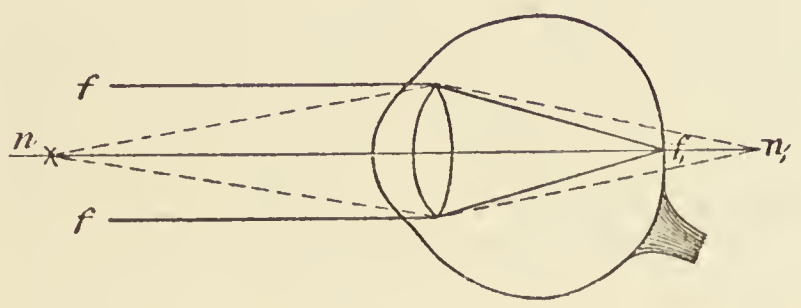


Fig. 343. Normalsichtiges Auge in Ruhe. Die parallelen Strahlen f vereinigen sich auf der Netzhaut in f_1, die von dem Nahepunkt n ausgehenden Strahlen aber erst in n_1 hinter der Netzhaut, während sie auf der Netzhaut einen „Zerstreuungskreis" bilden, d. h. kein deutliches Bild erzeugen.

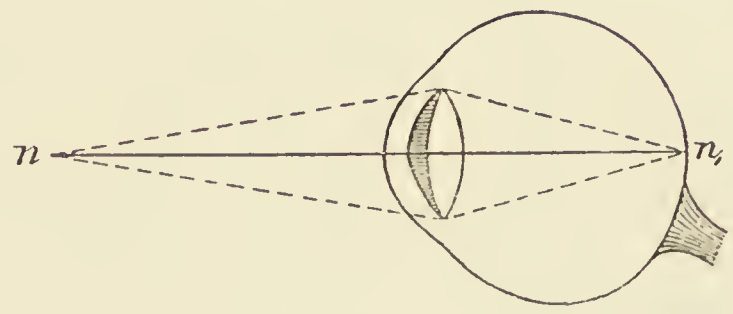


Fig. 344. Normalsichtiges Auge, durch stärkere Wölbung der Linse (mittels Schraffierung kenntlich gemacht) auf Naharbeit eingestellt. Die von dem Nahepunkt n ausgehenden Strahlen vereinigen sich nunmehr auf der Netzhaut in n_1.

Wir nennen den Punkt, bis wie weit ein Gegenstand vom Auge entfernt sein kann, um noch in scharfem Bilde erkannt zu werden, den Fernpunkt des Auges; den Punkt, bis wie weit der Gegenstand bei erhaltenem scharfen Bilde genähert werden kann, den Nahepunkt. Die Entfernung von Fern- und Nahepunkt eines Auges heißt dessen Accommodationsbreite.

Fern- und Nahepunkt.

Accommodationsbreite.

§ 229. Normalsichtige, kurzsichtige und weitsichtige Augen.

Normalsichtige, kurzsichtige und weitsichtige Augen.

Die normale fast kugelige Form des Auges zeigt häufig Abweichungen. Und zwar kann erstens das Auge eine längere Form haben, so daß Linse und Netzhaut weiter voneinander entfernt sind als beim normalen Auge. In diesem Falle heißt das Auge ein kurzsichtiges oder myopisches. Es kann zweitens das Auge eine kürzere Form als die normale haben, so daß Linse und Netzhaut einander zu nahe stehen. Wir nennen ein solches Auge ein weitsichtiges oder hypermetropisches. Im Gegensatz dazu wird das normalsichtige Auge auch emmetropisches genannt.

Fragen wir uns, nun wie sich bei diesen verschiedenen Formen des Auges die Grenzen des deutlichen Sehens verhalten.

1. Das normalsichtige (oder emmetropische) Auge. Bei diesem kommen in der Ruhe parallele Strahlen — d. h. Strahlen von Körpern aus weitester Entfernung — auf der Netzhaut zur Vereinigung und geben ein scharfes Bild. Der Fernpunkt liegt also unendlich weit.

Normalsichtiges Auge.

Aus der Nähe werden bei stärkster Accommodationsarbeit noch Strahlen vereinigt, welche aus einer Entfernung von 5 Zoll = 13,5 cm ausgehen. Näher an das normalsichtige Auge herangeführte Gegenstände werden nicht mehr deutlich gesehen.

Der Nahepunkt ist also bei 5 Zoll (13,5 cm). Die gesamte Accommodationsbreite ist mithin eine unendlich große.

2. Das kurzsichtige (myopische oder tiefgebaute) Auge. In Ruhe kann dasselbe parallele Strahlen nicht auf der Netzhaut vereinen (Fig. 345). Dieselben schneiden sich, weil das Auge zu lang, bereits im Glaskörper und bilden auf der Netzhaut einen Zerstreuungskreis. Erst Gegenstände, welche etwa 60—120 Zoll

Kurzsichtiges Auge.

(162—324 cm) von dem ruhenden Auge entfernt sind, können deutlich gesehen werden. Der Fernpunkt liegt mithin beim kurzsichtigen Auge abnorm nahe.

Was den Nahepunkt betrifft, so können bei sehr starker Accommodationsthätigkeit noch Gegenstände aus einem Abstande von 4—2 Zoll (10,8—5,4 cm), ja bei hochgradiger Kurzsichtigkeit aus noch geringerem Abstande deutlich gesehen werden. Der Nahepunkt liegt also ebenfalls abnorm nahe. Die gesamte Accommodationsbreite ist eine geringe.

Um dem kurzsichtigen Auge gleichwohl das Sehen fernerer und fernster Gegenstände zu ermöglichen, setzt man vor dasselbe eine Zerstreuungslinse (Konkavbrille), welche parallele Strahlen auseinanderweichend (divergent), und schwach divergente stärker divergent macht, so als ob sie aus größerer Nähe kämen (Fig. 346). Je nach dem Grade der Kurzsichtigkeit muß die Konkavbrille entsprechend hohler geschliffen sein.

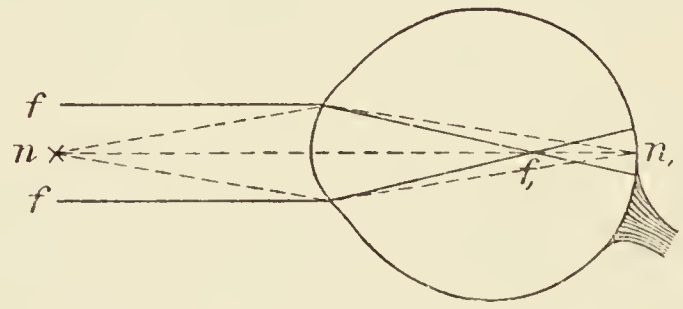


Fig. 345. Kurzsichtiges Auge in Ruhe. Aus f kommende parallele Strahlen schneiden sich bereits vor der Netzhaut in f_1, und geben auf der Netzhaut einen Zerstreuungskreis. Von ganz nahen Gegenständen in n ausgehende Strahlen vereinen sich dagegen in der Netzhaut in n_1 und werden deutlich gesehen.

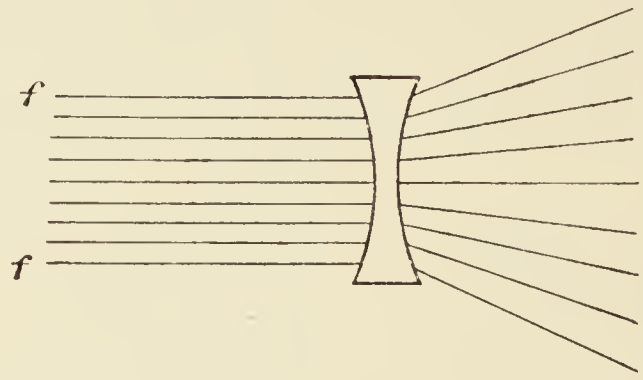


Fig. 346. Wirkung eines Konkavglases (Zerstreuungsbrille). Aus f kommende Strahlen werden so gebrochen, daß sie aus der Nähe zu kommen scheinen.

Weitsichtiges Auge.

3. Das weitsichtige (hypermetropische, übersichtige oder flachgebaute) Auge. In der Ruhe vermag dasselbe nur konvergent einfallende (zusammengehende) Strahlen auf der Netzhaut zu vereinigen — d. h. nur von solchen Gegenständen deutliche Bilder zu geben, deren Strahlen erst durch eine Sammellinse zusammengehend gemacht sind; denn Körper, welche konvergente oder zusammengehende Strahlen von sich ausgehen lassen, giebt es nicht in der Natur (Fig. 347). Mithin muß ein weitsichtiges Auge selbst beim Sehen von unendlich weiten Gegenständen schon accommodieren, falls es durch keine Sammellinse (Konvexbrille) sieht (Fig. 348). Ein eigentlicher Fernpunkt existiert also für das weitsichtige Auge nicht mehr: er liegt jenseits unendlich.

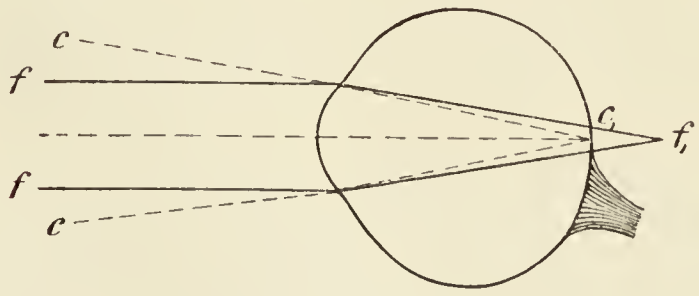


Fig. 347. Weitsichtiges Auge in Ruhe. Die parallelen Strahlen ff vereinen sich erst in f_1 hinter der Netzhaut, bilden also auf der Netzhaut einen Zerstreuungskreis. Nur die konvergenten Strahlen cc vereinen sich in c_1 auf der Netzhaut und geben ein deutliches Bild.

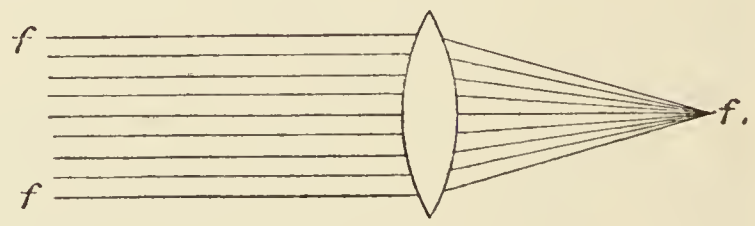


Fig. 348. Wirkung einer Sammellinse (Konvexbrille). Die parallelen Strahlen ff werden zu konvergenten gebrochen und in dem Brennpunkte f_1 vereinigt.

Was den Nahepunkt betrifft, so liegt derselbe hier abnorm weit; bei stärkster Accommodationsanstrengung können Gegenstände je nach der Hochgradigkeit des

Fehlers nicht näher als aus 8—80 Zoll (21,6—216 cm) Entfernung deutlich gesehen werden.

Zum Ausgleich benutzt der Weitsichtige, wie schon erwähnt, eine Sammellinse, d. h. eine Konvexbrille.

Es sei noch bemerkt, daß im Alter die Augenachse kürzer wird und daß sich Weitsichtigkeit bei früher normalen Augen als Alterserscheinung häufig einstellt. Aus demselben Grunde können im Alter früher stark kurzsichtige Augen weniger kurzsichtig ja normalsichtig werden. Altersveränderung des Auges.

§ 230. Die Kurzsichtigkeit in der Schule.

Kurzsichtigkeit in der Schule.

Die Zahl derer, welche während der Schulzeit kurzsichtig werden, ist eine unverhältnismäßig große, namentlich in den höheren Schulen. Die Zahl der kurzsichtigen Schüler nimmt mit den Anforderungen, welche die Schule stellt und mit den Klassen zu. Es liegen über diese Verhältnisse zahlreiche Erhebungen vor. Nach der Zusammenstellung von H. Cohn, der auf dem Gebiet der Hygiene des Auges wie kein zweiter thätig war, werden in Deutschland durchschnittlich gezählt:

Am Gymnasium	42,5 %	Kurzsichtige,
an der Realschule	30,0 %	"
an der höheren Töchterschule . . .	10,0 %	"

Diese verteilen sich auf die einzelnen Klassen wie folgt:

Klasse:	9.	8.	7.	6.	5.	4.	3.	2.	1.
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Gymnasium	—	—	—	22	27	33	46	52	53
Realschule	—	—	13	19	20	32	38	43	52
Höhere Töchterschule .	—	5,7	7,5	13,2	28	22,2	35	32,8	33,4

Ähnliche Ergebnisse sind auch an den Schulen anderer Länder, so in Schweden (Axel Key) und Rußland festgestellt. In England dagegen ist nicht nur die Zahl der Brillenträger unter den gelehrten Ständen wie unter den Bureauarbeitern nach der übereinstimmenden Meinung aller Beobachter eine weitaus geringere als bei uns, sondern die vorliegenden, allerdings noch recht spärlichen Ziffern weisen auf eine erheblich kleinere Verhältniszahl von kurzsichtigen Schülern hin.

Untersucht man die Zahl der Kurzsichtigen genauer, so zeigt sich zunächst, daß bei einer geringen Zahl (sie wird auf noch nicht 2 % der Bevölkerung geschätzt) aller Schüler und Schülerinnen *Kurzsichtigkeit als ererbter Zustand* schon früh vorhanden ist, stetig zunimmt, und im höheren Alter oft zu teilweiser oder gänzlicher Erblindung führt. Diese Fälle scheiden für unsere Betrachtung aus. Vererbte Kurzsichtigkeit.

Im übrigen ist bei der großen Zahl kurzsichtiger Schüler in mehr als der Hälfte der Fälle ebenfalls eine ererbte *Anlage* vorhanden, welche bei unzweckmäßiger Anstrengung der Augen vor und in der Entwicklungszeit die Entstehung stärkerer Kurzsichtigkeit begünstigt. Bei dem Rest ist die Kurzsichtigkeit einfach während der Schulzeit durch Überanstrengung der Augen erworben.

Denn das Alter vor Beginn der Reife und bei beginnender Entwicklung ist dasjenige, wo Überanstrengung des Auges am ehesten zu Kurzsichtigkeit führt. Nach Einfluß der Schularbeit.

der Entwicklung wird das Auge weit widerstandsfähiger. Dies zeigt sich u. a. darin, daß Handwerker, welche für die Augen sehr anstrengende Naharbeit auszuführen haben, wie Uhrmacher und Goldschmiede, in ihrem Berufe kaum noch kurzsichtig werden.

Einfluß der Schularbeit.

Auch bei den Schülern ist es weniger die Naharbeit beim Lesen und Schreiben an sich, welche Kurzsichtigkeit, namentlich bei vorhandener Anlage, so leicht herbeiführt, als die begleitenden unhygienischen Verhältnisse, wie schlechtbelichtete Schulklassen, unzweckmäßige Schulbänke, fehlerhafte Haltung beim Schreiben, schlecht gedruckte Schulbücher usw. Dazu kommen noch schädigende Umstände bei der häuslichen Arbeit, wie Lesen und Schreiben bis in die Dämmerung hinein, unzweckmäßige künstliche Beleuchtung usw. In der That hat sich herausgestellt, daß in Schulen mit durchweg zweckmäßigen gesundheitlichen Einrichtungen auch die Ziffer der Kurzsichtigen nie eine so erschreckende Höhe annimmt, und daß hier bei bereits Kurzsichtigen geringeren Grades der Übergang zu Kurzsichtigkeit höheren Grades hintangehalten werden kann. Die in dieser Richtung zu stellenden Anforderungen, welche sich mit früher — s. o. § 36 — bereits gestellten decken, sind folgende: helle große Schulzimmer, in welchen die Fenster zur Linken der Schüler sich befinden; gute körpergerechte Schulbänke, in welchen die Schüler lediglich ihrer Körpergröße nach verteilt sind; stete Sorge für tadellose Haltung beim Schreiben und Lesen, für richtige Heftlage, und große deutliche Schrift (Steilschrift scheint auch mir besonders zweckmäßig); Benutzung nur von Schulbüchern mit großem klaren Druck; hinreichende Pausen zwischen den Schulstunden, wobei die Schüler ins Freie hinauszuführen sind; Unterricht nur am Vormittag; reichliche Bewegung im Freien; möglichste Beschränkung der häuslichen Schularbeiten. Dazu muß nun noch kommen: regelmäßige Untersuchung der Augen der Schüler durch einen Schularzt. Derselbe hat bereits kurzsichtig gewordene Schüler zu veranlassen, eine passende Brille zu tragen. Die Brille soll nicht etwa durch den Optiker ausgesucht werden, sondern ist durch einen Augenarzt zu bestimmen. Dies um so mehr, als neben einfacher Kurzsichtigkeit zuweilen noch andere Erkrankungen des Auges bestehen können, welche geeignete Behandlung erfordern.

Kurzsichtigkeit und Turnen.

Was die Frage betrifft, ob Kurzsichtigkeit ein Hinderungsgrund zur Teilnahme am Turnen sei, so hat man allerdings bei höheren Graden von Kurzsichtigkeit das Turnen als schädlich bezeichnet. Indes hat Kotelmann mit Recht ausgeführt, daß Schüler mit geringer oder mittlerer Kurzsichtigkeit ganz unbeanstandet turnen können, während bei stärkeren Graden von Kurzsichtigkeit die Schüler nur von solchen Übungen, welche Blutandrang nach dem Kopfe hin bewirken, zu befreien seien. Solche Übungen würden z. B. Kraftübungen mit starker Pressung sein, also das Stemmen schwerer Hanteln, das Ringen; ferner jede Art von Sturzhang an den Geräten. — Schüler, die gewohnt sind eine Brille für das Fernsehen zu tragen, sollen diese auch beim Turnen benutzen.

Das Gehörorgan.

§ 231. Das Gehörorgan. (Fig. 349.)

Das Gehörorgan ist mit seinen wesentlichsten Teilen im Felsenbein des Schädels belegen. Nur das Ohr und ein Teil des äußeren Gehörorgans liegen außerhalb der Schädelknochen. Das Gehörorgan teilt man in drei Abschnitte, nämlich erstens das äußere Ohr, wozu die Ohrmuschel und der äußere Gehörgang gehören; zweitens das Mittelohr, bestehend aus der Paukenhöhle, und der die Paukenhöhle mit dem Nasenrachenraum verbindenden Ohrtrompete; drittens das innere

Ohr. Von diesen Abschnitten des Gehörorgans enthält das innere Ohr die eigentlichen schallempfindenden Teile mit den Endausbreitungen des Gehörnerven, während das äußere Ohr und das Mittelohr der Schallleitung dienen.

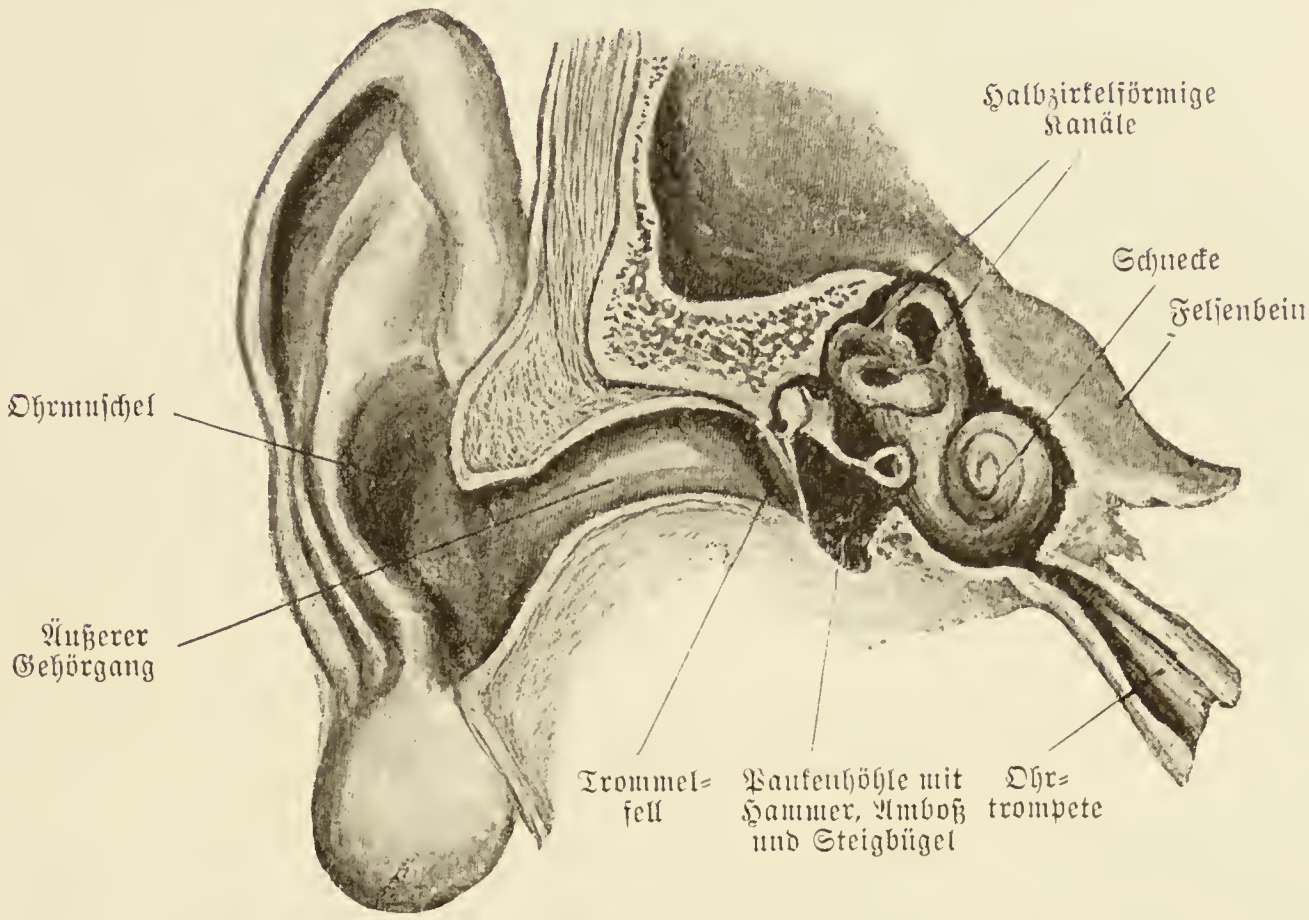


Fig. 349. Querschnitt durch das Gehörorgan des Menschen.

§ 232. Das äußere Ohr.

Äußeres Ohr.

Ohrmuschel

Die Ohrmuschel ist bei den Tieren meist sehr beweglich. Durch Aufrichten des Ohres (die „Ohren spitzen"), und Drehung der Höhlung der Ohrmuschel nach vorne, vermag das Tier die von außen kommenden Schallwellen besser aufzufangen, und so seine Gehörswahrnehmung zu verschärfen. Beim Menschen sind zwar schwache Bewegungsmuskeln des Ohres vorhanden, dieselben sind aber nur in Ausnahmefällen stark genug, um das Ohr wirklich zu bewegen. Die Ohrmuschel ist mehr eine Zier des menschlichen Kopfes als ein zur Schallempfindung beitragendes Werkzeug. In Bezug auf Größe, Umriß und Modellierung zeigt die Ohrmuschel bei den verschiedenen Menschen zahlreiche Besonderheiten, welche mit dazu beitragen, den verschiedenen Köpfen ihr besonderes persönliches Gepräge zu geben.

Ohrknorpel.

Stütze der Ohrmuschel, und dieser die charakteristische Form gebend, ist der Ohrknorpel, ein elastischer Faserknorpel. Die denselben bekleidende Haut ist fest an den Knorpel angeheftet. Nur der unterste Teil der Ohrmuschel ermangelt des Knorpels und stellt ein Hautläppchen dar, welches sich leicht durchbohren läßt, um Schmuckgegenstände — Ohrringe — daran zu befestigen. Das Ohrläppchen ist übrigens allein dem Menschen eigen, und fehlt selbst bei den menschenähnlichen Affen, deren Ohrmuschel sonst der des Menschen stark ähnelt.

Äußerer Gehörgang.

Der Ohrknorpel setzt sich fort als knorpliche Röhre zum äußeren Gehörgang, der aber weiterhin im Schläfenbein eine knöcherne Röhre darstellt. Die Länge des äußeren Gehörgangs beträgt etwa 2,5 cm. Er ist ausgekleidet mit zarter Haut. Dieselbe ist mit Härchen besetzt, welche namentlich am Anfang des Gehörgangs dichter stehen, und zuweilen, besonders bei alten Leuten, als Haarbüschel (Bockshaare) aus dem Ohrtrichter hervorragen. In der Kunst liebt man starke Bockshaare in den Ohren bei der Darstellung von Centauren, Faunen u. dergl. anzubringen; bei letzteren wird

außerdem die Ohrmuschel stark verlängert und nach oben spitz auslaufend gebildet, was derselben einen mehr tierischen Charakter verleiht.

Ohrenschmalzdrüsen.

Die Haut des äußeren Gehörgangs ist außerdem ausgestattet mit zahleichen knäuelförmigen (also im Bau den Schweißdrüsen entsprechenden) Drüsen, den Ohrenschmalzdrüsen. Dieselben sondern einen gelblichen, schmierigen, leicht erhärtenden Stoff, das Ohrenschmalz ab. Mit von außen eingedrungenem Staub und Härchen vermischt, kann verhärtetes Ohrenschmalz dicke fette Pfröpfe im Gehörgang bilden, welche den Gehörgang ausfüllen und verstopfen, so daß Schwerhörigkeit sich einstellt. Solche Pfröpfe müssen zeitig erweicht und entfernt werden — ein Eingriff, den man dem Arzt überlassen soll.

Trommelfell.

Der äußere Gehörgang endet als Blindsack. Sein Abschluß gegen die Paukenhöhle wird gebildet durch das Trommelfell, eine kreisrunde Haut, welche in schräger Richtung ausgespannt ist, sodaß sie mit der unteren Wand des Gehörgangs einen spitzen Winkel bildet. Vermittels des in den Anfang des Gehörgangs eingeschobenen trichterförmigen Ohrenspiegels ist das Trommelfell bei geeigneter Beleuchtung von außen zu übersehen.

Das Mittelohr.

§ 233. Das Mittelohr.

Paukenhöhle.

Der Hauptteil des Mittelohrs ist die Paukenhöhle. Dieselbe wird gebildet durch eine Aushöhlung des Felsenbeins, welche nach dem äußern Gehörgang zu durch das hier ausgespannte Trommelfell abgeschlossen wird. Das Ganze hat so eine Ähnlichkeit mit einer flachgespannten Trommel.

Gehörknöchelchen.

Im Inneren der Paukenhöhle befindet sich die Kette der drei Gehörknöchelchen, welche die Schallleitung zum innern Ohr vermitteln. Dieselben sind gelenkig mit einander verbunden und heißen nach ihrer Form: Hammer, Amboß und Steigbügel. Der Hammer ist mit einem längeren Fortsatz, dem Hammergriff, in das Trommelfell eingefügt, und überträgt die Schwingungen des Trommelfells, wie sie durch die anprallenden Schallwellen verursacht werden, auf die anderen Gehörknöchelchen und zwar zunächst auf den Amboß, der weiterhin mit dem Steigbügel verbunden ist. Der Steigbügel deckt mit seinem Tritt oder seiner Platte eine ovale Öffnung, die zum innern Ohr führt, das ovale Fenster. Die Paukenhöhle steht durch einen 2,5—4 cm langen Kanal, die Ohrtrompete (oder Eustachische Trompete) in Verbindung mit dem Nasenrachenraum (s. § 135). Aus diesem Grunde können Erkrankungen des hintern Nasenabschnitts und des Rachens sich auf das Mittelohr fortpflanzen und dieses in Mitleidenschaft ziehen. Ist das Trommelfell durchbohrt, so vermag man bei zugehaltener Nase und fest geschlossenem Munde durch kräftige Ausatmungsbewegung in hörbarer Weise Luft durch die Ohrtrompete in die Paukenhöhle, und weiter durch die Öffnung im Trommelfell am Ohr hinaus zu blasen.

Ohrtrompete.

Das innere Ohr.

§ 234. Das innere Ohr.

Das innere Ohr oder das Labyrinth besteht aus einer Anzahl von Hohlräumen und Gängen, welche in der Knochenmasse des Felsenbeins liegen, und mit einer wässerigen Flüssigkeit, dem Labyrinthwasser, erfüllt sind. Das Labyrinth ist von einer dichten harten Knochenschicht umschlossen, und kann als Ganzes aus dem Felsenbein herausgemeißelt werden.

Das Labyrinth zerfällt in folgende Teile: den Vorhof, die Schnecke und die drei halbzirkelförmigen Gänge.

Der Vorhof ist der mittlere Teil des Labyrinths und stellt einen ziemlich rundlichen Raum dar, der nach der Paukenhöhle zu eine Öffnung zeigt, das ovale Fenster, welches durch den Tritt des Steigbügels verschlossen wird. Nach hinten schließen sich an den Vorhof die halbzirkelförmigen Kanäle an, nach vorn die Schnecke. Vorhof.

Die halbzirkelförmigen Kanäle bestehen aus drei halbkreisförmig gebogenen Röhren. Dieselben haben eine eigentümliche Beziehung zur Erhaltung des Gleichgewichts, indem die hier mündenden Fasern des Hörnerven keine Gehörswahrnehmungen vermitteln, sondern das Gefühl für vorhandenes Gleichgewicht des Körpers. Zerstörung der halbzirkelförmigen Kanäle hebt die Fähigkeit sicherer Gleichgewichtserhaltung auf. Halbzirkelförmige Kanäle.

Die Schnecke stellt einen schraubenförmig $2^1/_2$ mal aufgewundenen Gang dar, dessen knöcherne Umhüllung dem Gehäuse einer Gartenschnecke gleicht. Schnecke.

In dem knöchernen Labyrinth ist nur ein System von häutigen Säckchen und Röhren enthalten, dessen Form im ganzen der des knöchernen Labyrinths entspricht. Wir bezeichnen dieses System als häutiges Labyrinth. Dasselbe ist ebenfalls mit Labyrinthflüssigkeit erfüllt. Innerhalb dieses häutigen Labyrinths befinden sich die letzten Endigungen des Gehörnerven. Im allgemeinen kann darüber hier nur gesagt werden, daß die feinsten Enden des Hörnerven aus Sinneszellen bestehen, welche in feine starre Wimpern, die Hörhaare oder Hörstäbchen enden. Es ist namentlich die Ausbreitung des Hörnerven in dem Cortischen Organ der häutigen Schnecke, welcher die feinere musikalische Tonempfindung zuzukommen scheint. Des näheren darauf einzugehen, würde hier zu weit führen. Häutiges Labyrinth.

§ 235. Das Geschmacksorgan.

Das Geschmacksorgan.

Wie der Geruch bestimmte Stoffe in der Atemluft erkennt, welche in solcher Verdünnung für den Chemiker nicht mehr bestimmbar sind, so unterscheidet auch unser Geschmack an Flüssigkeiten oder mit dem Mundspeichel befeuchteten und durch die Zähne zerkleinerten festeren Stoffen noch Feinheiten in deren stofflichen Zusammensetzung, welche der chemischen Scheidekunst nicht mehr zugänglich sind. Die Unterscheidungsgabe des feinsten Schmeckens kann durch Übung, namentlich wenn sie sich auf engerem Gebiete bethätigt und die Geruchswahrnehmung mit zu Hilfe genommen wird, in erstaunlicher Weise vervollkommnet werden. Es sei hier nur an die feine Zunge eines guten Kochs, oder gar eines berufsmäßigen Weinschmeckers erinnert, welch letzterer Jahrgang und Lage eines Weins aus seiner Gegend genau zu bestimmen vermag.

Die Stätte der Geschmacksempfindungen ist vor allen Dingen der Zungenrücken, in geringem Grade auch die Schleimhaut des weichen Gaumens. Auf dem Zungenrücken befinden sich allenthalben zerstreut fadenförmige Schleimhautpapillen, welche Endigungen von Geschmacksnerven enthalten. Die feinste Geschmacksempfindung findet aber statt auf der Zungenwurzel, wo sich in einem U-förmigen Bogen angeordnet eine Reihe (10—15) von breiten, runden wallförmigen Zungenwärzchen befindet, deren jedes von einem kleinen Graben umgeben ist. Hier enden Äste des 9. Gehirnnerven, des Zungenschlundkopf- oder Geschmacksnerven in der Schleimhaut in besondern becher- oder knospenförmigen Schleimhautgebilden, den Schmeckbechern, innerhalb deren die Nervenendorgane direkt mit den zu schmeckenden Stoffen Wallförmige Zungenwärzchen. Schmeckbecher.

in Berührung treten. Diese Schmeckbecher stehen dichtgedrängt an der Wand des Walles der Wärzchen (Fig. 350). Der Umstand, daß die zu schmeckenden Flüssigkeiten in die engen ringförmigen Gräben eintreten, welche die wallförmigen Warzen umgeben, und dort zunächst verbleiben, bewirkt, daß eine über die Zunge ausgebreitete Flüssigkeit noch länger nachschmeckt (Nachgeschmack). Es erklärt sich auch hieraus die bekannte Thatsache, daß es bei verbundenen Augen unmöglich ist, hintereinander eine Anzahl Proben, z. B. von Rotwein und Weißwein sicher durch den Geschmack zu unterscheiden. Erst wenn z. B. durch das Kauen von trocknem, auf den Inhalt der die Geschmackswärzchen umgebenden Wallgräben einsaugend wirkendem Weißbrot die Wallgräben entleert sind und der Nachgeschmack aufgehoben ist, stellt sich auch die Feinheit des Geschmacks wieder her. Bekanntlich verfahren in dieser Weise die Weinkoster, indem sie zwischen den Kostproben stets etwas Brot essen.

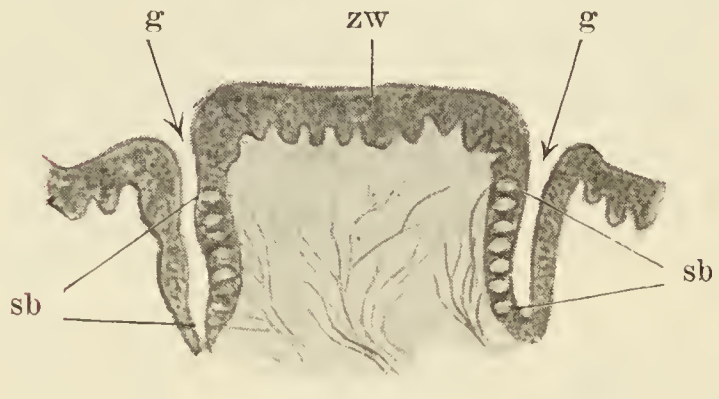


Fig. 350. Wallförmiges Zungenwärzchen. zw das breite Wärzchen. gg der umgebende Wallgraben. sb Schmeckbecher. n Geschmacksnerven. — Vergrößert.

Tastsinn und Empfindungen der inneren Organe.

§ 236. Tastsinn und Empfindungen der inneren Organe.

Neben dem Geruch-, Gesicht-, Gehör- und Geschmacksinn rechnen wir als fünften Sinn den Tastsinn. Bei näherer Betrachtung zeigt sich indes, daß es eine Reihe von ganz verschiedenartigen Empfindungen ist, welche wir dem fünften Sinn als Vermittler zuschreiben.

Tastempfindungen.

Zunächst die eigentlichen Tastempfindungen der Haut, welche uns über Form und Dichtigkeit der mit der Haut in Berührung gebrachten Körper Auskunft geben. Die Endigungen der Hautnerven (Tastkörperchen und Nervenendknöpfchen), welche diese Empfindungen vermitteln, sind bereits früher erwähnt (§ 156).

Wärmeempfindung.

Ebenfalls durch die Haut, oder vielmehr durch Nerven der Haut wird die Wärmeempfindung vermittelt, und wir sahen, wie die Erregungen dieser Temperaturnerven auf reflektorischem Wege größere oder geringere Füllung der Hautblutgefäße verursachen, und damit Wärmeabfluß von der Haut entweder begünstigen oder vermindern (Wärmeregulierung). Auch elektrische Reizungen, sowie chemische Reize (z. B. durch ätzende Stoffe, welche Brennen, oder durch Stoffe, welche starkes Jucken erzeugen) werden durch die Hautnerven vermittelt.

Muskel- und Gelenksinn.

Kraftsinn.

Weiter gehören hierher die Empfindungen der inneren Organe. Sie geben als Muskel- und Gelenksinn uns stets Kenntnis über die jeweilige Lage und Stellung unserer Gliedmaßen; als Kraftsinn lehren sie uns den Grad des Widerstandes bei einer Bewegung richtig zu bemessen und dementsprechend das nötige Maß von Muskelanstrengung anzuwenden. Bei Muskelermüdung geht von den Empfindungsnerven der Muskeln und Gelenke das Gefühl der Schwere, ja des Schmerzes aus. Ebenso bewirken Erkrankungszustände in allen Organen und Geweben des Körpers mehr oder weniger heftige Reizungen der Empfindungsnerven, die sich als Schmerzgefühl äußern. Endlich vermitteln bestimmte Nerven das Gefühl des vorhandenen Gleichgewichts bei Körperbewegungen. Es ist schon erwähnt, daß die halbzirkelförmigen Kanäle des inneren Ohres der Sitz dieses Gleichgewichtssinnes zu sein scheinen.

Schmerzempfindungen innerer Organe.

Gleichgewichtssinn.

Die Empfindungsnerven der inneren Organe, und namentlich der Muskeln und Gelenke, geben uns je nach dem Grad und der Art ihrer Erregbarkeit gewisse Allgemeingefühle. So das Gefühl des Wohlbehagens, der Kraft und der Leistungsfähigkeit einerseits, das der Schwäche und krankhaften Reizbarkeit andererseits. In diesem Betracht sind es regelmäßige Leibesübungen, namentlich wenn ihr Betrieb an sich anregend ist, und durch Bethätigung in Gemeinschaft mit frohen Genossen und durch die belebenden Einflüsse von freier Luft und Sonnenlicht Lustempfindungen weckt, welche zu dem Gefühl gesunder Kraft und Wohlbehagens ganz besonders beitragen, und eine wahre Nervenstärkung bewirken.

Allgemeingefühl.

Dritter Teil.

Bewegungslehre der Leibesübungen.

VIII.

Ruhehaltungen.

§ 237. Allgemeines über Ruhehaltungen.

Ruhehaltungen.

Alle körperlichen Übungen gehen aus von Ruhehaltungen, und kehren zu solchen wieder zurück. Die Haltungen, welche im folgenden näher beschrieben werden sollen, besitzen daher eine grundlegende Bedeutung für die Leibesübungen.

Bei einer jeden Ruhehaltung wirken zweierlei Kräfte und zwar:

1. Muskelkräfte: Zusammenziehungen der Muskeln; Muskelspannung; Muskelelastizität.

2. Physikalische Kräfte: Schwere; Gleichgewicht; feste Widerstände in Knochen und Gelenken; Spannungswiderstände in den Bändern.

Gleichgewicht.

Soll der Körper eine Ruhehaltung einnehmen, so muß er sich im Gleichgewicht befinden, und es muß (wie in § 31 oben gezeigt) die vom Schwerpunkte, d. h. dem Punkte, in welchem sich alle Schwerwirkungen des Körpers vereinen, gefällte senkrechte Linie, die Schwerlinie in den Unterstützungspunkt fallen. Jedesmal wenn der Schwerpunkt seine Lage verändert, muß auch der Unterstützungspunkt entsprechend verlegt werden; und umgekehrt, wenn der Unterstützungspunkt verlegt wird, so ist der Schwerpunkt wieder senkrecht über den Unterstützungspunkt zu bringen. Erst dann ist das Gleichgewicht wieder hergestellt.

Solche fortwährende Verlegung von Schwer- und Unterstützungspunkt macht das Wesen der Ortsbewegungen des Körpers aus.

Schwerpunkt des Körpers.

Der Punkt, welcher alle Schwerwirkungen des menschlichen Körpers vereinigt, der Schwerpunkt, liegt nahe dem oberen Rand des zweiten Kreuzbeinwirbels oder dicht darüber. In jeder Stellung müssen wir bald mit größerem, bald mit geringerem Aufwand von Muskelkraft das Gleichgewicht herstellen und den Schwerpunkt unterstützen. Außer den im Körper gegebenen inneren Kräften kann dies auch durch äußere Unterstützungsmittel (Anlehnen an feste Gegenstände oder Aufstützen auf solche) geschehen.

§ 238. Aufrechtes Stehen auf beiden Füßen.

Aufrechtes Stehen auf beiden Füßen.

Militärische Haltung.

Steht der Körper so auf beiden Füßen, daß die Körperlast auf beide Beine gleich verteilt ist, so fällt, wenn die Füße mit den Fersen zusammenstoßen, und die Fußachsen einen nach vorn offenen rechten Winkel bilden, wie dies für die militärische wie die turnerische „Grundstellung“ vorgeschrieben ist, die Schwerlinie in einen Punkt der Halbierungslinie dieses Winkels (s. o. Fig. 51). Bei der militärischen Haltung fällt dieser Punkt mehr nach vorn, und kann bei starkem Vornüberlegen

bis zu der die Fußspitzen verbindenden Linie gehen. Wir sahen (§ 33), daß diese Haltung nur möglich ist unter Aufgebot von Muskelanstrengung: der Wadenmuskel, der vierköpfige Schenkelstrecker, der große Gesäßmuskel, die langen Strecker der Wirbelsäule sind es namentlich, welche zu dieser strammen Haltung zusammenwirken. Desgleichen sind die Bauchmuskeln zusammengezogen („Brust heraus! Bauch herein!" heißt es auf dem Exerzierplatz). Dadurch, daß der Schwerpunkt schon möglichst nach vorne gebracht ist, wird der schnellste Übergang aus dieser Haltung in die Vorwärtsbewegung des Schwerpunktes zum ausgreifenden Marsch vorbereitet. Auf dem Turnplatz wird diese stramme aber ermüdende Haltung für gewöhnlich nicht angewendet, sondern die als Normalhaltung beschriebene Stellung. Sobald aber der Befehl: „Abteilung — Marsch!" erschallt, ist es förderlich, wenn die Turner auf den Ankündigungsbefehl „Abteilung!" schon in diese Haltung übergehen, indem sie den Körper vorlegen und den Schwerpunkt über die Fußspitzen bringen. Um so fester und sicherer erfolgt dann gleich der erste Marschschritt, und ist sofort das richtige ausgreifende Trittmaß gewonnen.

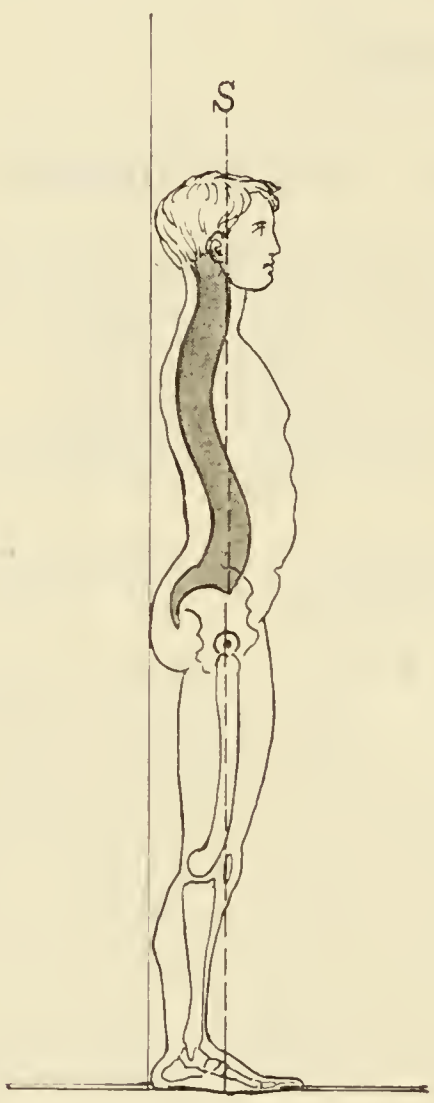


Fig. 351. Normalhaltung.

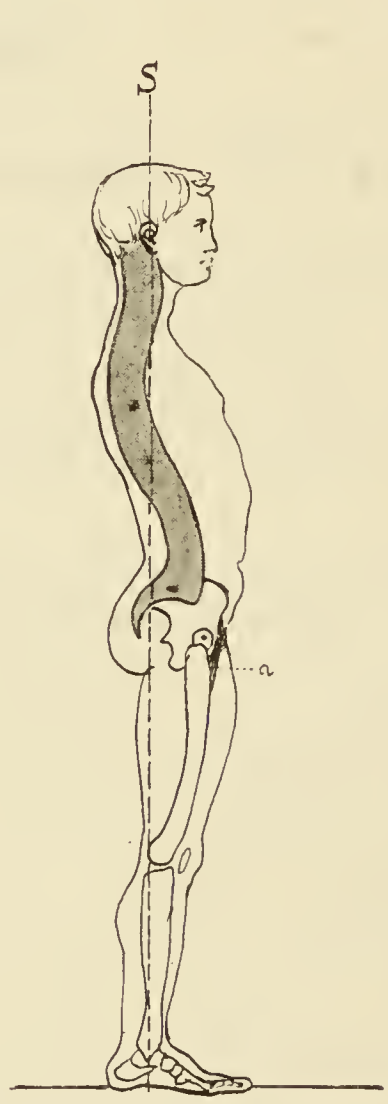


Fig. 352. Natürliche Haltung nach Meyer.
a Vertinisches Band.

Normalhaltung.

Bei der als Normalhaltung (Fig. 351) beschriebenen Art des aufrechten Stehens fanden wir als anatomisches Kennzeichen die gleichartige Krümmung der Wirbelsäule, so daß deren Wellenberge und Wellenthäler gleiche Höhe haben; vor allem aber die Lage der Schwerlinie so, daß sie vor dem äußeren Gehörgange herabgehend die Hüftachse schneidet, und vor der Schienbeinkante heraustretend durch die Fußmitte geht. In dieser Haltung ist, wenn auch zur Gleichgewichtserhaltung die Muskelkräfte nicht ganz entbehrt werden können, doch keine eigentliche Muskelspannung nötig, wie bei der militärischen straffen Haltung. Es sind bei dieser Normal- oder Grundhaltung die Fersen geschlossen, die Fußspitzen nach auswärts gerichtet, einen nach vorne offenen, annähernd rechten Winkel bildend, die Beine gestreckt; der Kopf

steht aufrecht, so daß der untere Kinnrand fast wagerecht gerichtet ist; die Schultern sind etwas zurückgezogen; die Brust frei hervortretend. Eine hinten an den Körper gestellte senkrechte Ebene wird vom Hinterhaupt, der Gesäßrundung und der Ferse berührt. Bei muskelstarken jungen Leuten wird diese Ebene ferner vom Vorsprung der Wade, und wenn der Schultergürtel besonders stark entwickelt ist, endlich auch von den Schulterblattgräten berührt. Nach vorn würde eine senkrechte Linie, welche die Brust in der Mitte berührt, auch den Bauch an der hervortretendsten Stelle oberhalb des Nabels berühren, während eine gut entwickelte Bauchmuskulatur den Unterbauch mehr zurückhält.

Diese Grundhaltung ist für die Anwendung auf dem Turn- und Übungsplatze die geeignetste.

Natürliche Haltung nach Meyer.

Nun hat als „natürliche Haltung" der um die Kenntnis der Statik und Mechanik des Körpers verdiente Anatom G. H. v. Meyer eine besondere Haltungsform beschrieben. Er geht dabei von dem Grundsatze aus, daß die natürliche Stellung stets diejenige ist, welche den geringsten Aufwand von Muskelkraft erfordert, und daher am längsten ohne Ermüdung innegehalten werden kann.

Diese Haltungsart (Fig. 352) kennzeichnet sich folgendermaßen: Die Schwerlinie fällt hinter die quere Hüftachse, und nicht, wie bei der turnerischen Grund- oder Normalhaltung, in die Hüftachse. Der Rumpf ruht nicht in habilem Gleichgewicht auf den Schenkelköpfen, sondern er stellt vielmehr einen Hebel dar, dessen Stützpunkt die Hüftachse ist, und an dem im Schwerpunkte des Rumpfes (nicht des Körpers) die Last aufgehängt ist. Dieser Schwerpunkt liegt anatomisch in der Höhe der Herzgrube, vor dem zehnten Brustwirbel, und zwar ist er hier um so mehr nach vorn gelegen, je schwerer und gefüllter der Bauch durch Nahrung, Fett oder Schwangerschaft ist. Der Rumpf, nach hinten gerichtet, würde also, seiner Schwere folgend, in einer Kreisbewegung um die Hüfte nach hinten fallen. Daran wird er aber gehindert durch den Widerstand des gespannten vorderen Hüftbandes, des Bertinischen Bandes. Dies Band bildet also für den nach rückwärts hängenden Rumpf den feststellenden Widerstand.

Haltung des Rumpfes durch das Bertinische Band.

So hängt also der Rumpf (Fig. 353) frei, ohne Muskelspannung, wie „ein festgestellter Hebel" an dem starken Hüftband. Es können Bewegungen des Rumpfes in sich, Kopf- und Armbewegungen usw. in großem Umfange stattfinden, solange dabei die Schwerlinie des Rumpfes nicht so verändert wird, daß sie vor die Hüftachse fällt, tritt eine Störung in der Ruhe der Haltung, eine Inanspruchnahme haltender Muskelkräfte nicht ein. Ebenso kann die Schwere des Rumpfes durch Auflegen von Lasten in hohem Grade vermehrt werden, denn die außerordentliche Stärke des Bertinischen Bandes (beim Erwachsenen kann dies Band 250 kg und darüber tragen, ohne zu zerreißen) vermag sehr bedeutenden Kräften das Gleichgewicht zu halten.

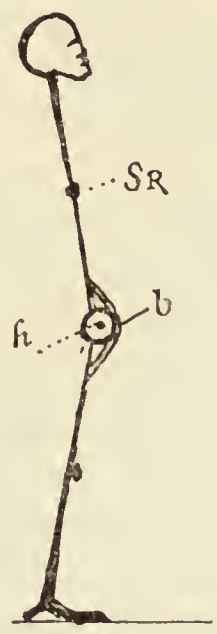


Fig. 353. Schema der sog. natürlichen Haltung. SR Schwerpunkt des Rumpfes. h Hüftgelenk. b Bertinisches Band.

Diese Anspannung des Bertinischen Bandes bewirkt auch, daß beim natürlichen aufrechten Stehen das Bein nicht nach hinten durch Bewegung im Hüftgelenk gehoben werden kann. Vielmehr geht die Hebung eines Beins nach hinten hier nur so vor sich, daß das Becken sich zu dem Standbein beugt, also steiler gestellt wird, und daß dementsprechend zur Wahrung des Gleichgewichts die Wirbelsäule im Lendenteil stärker nungebogen werden muß (Fig. 354).

Auch für das Kniegelenk sind Einrichtungen vorhanden, welche dessen Einknicken (Beugung) beim aufrechten Stehen ohne Inanspruchnahme von Muskelkraft — diese Aufgabe fiele sonst dem vierköpfigen Schenkelstrecker zu — verhindert.

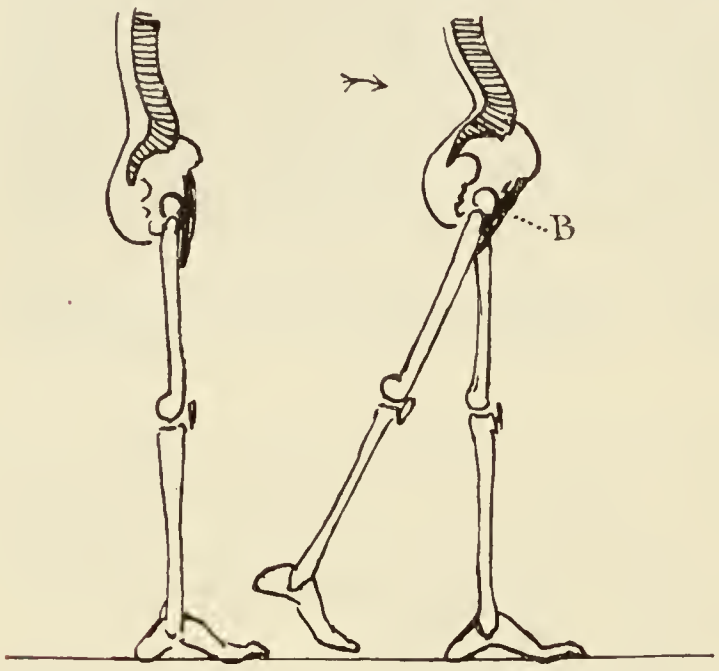


Fig. 354. Krümmung der Lendenwirbelsäule bei Hebung des Beins nach hinten. B Bertinisches Band.

Inwiefern diese „natürliche" Haltung eher den Namen einer „Normalhaltung" verdient, als die oben als Normal- oder Grundhaltung beschriebene Haltungsart ist eine Streitfrage, die wir hier um so weniger zu erörtern brauchen, als auf dem Übungsplatze etwas mehr oder weniger Muskelspannung nicht in die Wagschale fällt, die Grundhaltung aber so beschaffen sein muß, daß sie unmittelbaren Übergang zur Fortbewegung, zum thätigen Handeln gestattet. Dazu muß aber der Schwerpunkt wenn nicht vor, so doch mindestens über der Hüftachse liegen.

Schlaffe Haltung.

Die „natürliche" Haltung nach Meyer leitet vielmehr über zu der ausgesprochen schlaffen oder bequemen Haltung, wie sie in § 33 als Ausdruck der Muskelschwäche und Energielosigkeit beschrieben ist.

Aufrechtes Stehen mit Belastung vorzugsweise eines Beins.

§ 239. Aufrechtes Stehen mit Belastung vorzugsweise eines Beins.

Ruht der Körper vorzugsweise auf einem Bein, so nennt man dieses das „Standbein", das andere, das standfreie Bein „Spielbein".

Spielbein.

Das Spielbein, in leichter Beugung seitlich, mehr nach vorn oder nach hinten auf den Boden gesetzt, schützt den Körper vor dem Umfallen, und übernimmt auch meist einen geringen Teil der Körperlast.

Standbein.

Das Standbein, welches zum größten Teil die Körperlast trägt, wird durch die Zusammenziehung der Streckmuskeln — großer Gesäßmuskel, vierköpfiger Schenkelstrecker und Wadenmuskel — in kräftiger Streckung gehalten. Der Schwerpunkt wird um so mehr über das Standbein gebracht, so daß er schließlich in die Sohlenfläche des Standbeins fällt, je ausschließlicher die Körperlast vom Standbein allein übernommen wird.

Da das standfreie Spielbein mehr oder weniger leicht gebeugt oder schräg auswärts von der Körperachse gestellt ist, so ist es stets kürzer als das aufrecht gestreckte Standbein. Der Schenkelkopf des Standbeins steht darum höher als der des standfreien Spielbeins. Infolgedessen erhält das Becken eine schiefe Stellung und der Rollhügel des Standbeins tritt, die Hüfte ausbuchtend, stärker vor. Umgekehrt sinkt durch die Rollbewegung des Spielbeins, an welchem die Fußspitze meist weit nach außen geführt wird, der Rollhügel dieser Seite tiefer in die Weichteile ein, und veranlaßt an Stelle der sonst vorhandenen Ausbuchtung sogar eine Einziehung der Hüftgelenkgegend. Die Schiefstellung des Beckens bewirkt, daß die Wirbelsäule im Lendenteil sich seitlich einbiegt, so daß eine vorübergehende seitliche Wirbelsäulekrümmung entsteht (s. o. Fig. 83).

Schiefstellung des Beckens.

Die Stellung vorzugsweise auf einem Bein, mit Entlastung des andern, wird im Leben sehr häufig eingenommen. Hat das eine Bein länger als das Standbein gedient, und ermüdet, so wird gewechselt; die Körperlast wird auf das bisherige standfreie Spielbein übertragen, während das bisherige Standbein als Spielbein sich ausruhen kann. Die Wirbelsäule erfährt dabei eine der vorherigen entgegengesetzte Krümmung.

Bevorzugung des rechten Beines.

Meist aber wird, entsprechend der gewöhnlich auf der rechten Körperseite stärker entwickelten Muskulatur, das rechte Bein als Standbein bevorzugt. Die Möglichkeit, daß solche Gewohnheit bei jungen Leuten, die oft und anhaltend stehen müssen, dauernde Rückgratsverkrümmung begünstigt, liegt namentlich dann nahe, wenn auch sonstige fehlerhafte Gewohnheiten im Sitzen, beim Schreiben usw. in gleichem Sinne verbildend einwirken.

Daß die gewohnheitsmäßige Bevorzugung des rechten Beines als Standbein auch auf den Gang einwirkt und diesen ungleichmäßig gestaltet, wird behauptet.

In der Auslagestellung beim Fechten (Fig. 355) dient das linke Bein als Standbein. Dasselbe stützt wie ein Strebepfeiler den Körper mit nach außen gedrehter Fußspitze, während das rechte standfreie Bein geradeaus nach vorn gestellt ist. Der Raum, der von den Verbindungslinien der Spitzen und Fersen der Füße umschrieben wird, bildet in dieser Stellung die Unterstützungsfläche, in welche die Schwerlinie fallen muß. Diese Fläche gewährt hierzu einen großen Spielraum in der Richtung von hinten nach vorn. Es können mithin in dieser Stellung starke Schwerpunktsverschiebungen, d. h. Rumpfbewegungen, nach vor- und rückwärts vorgenommen, Angriffs- und Abwehrbewegungen gegen einen Gegner in der Front gemacht werden, ohne daß der feste Stand der Füße geändert zu werden braucht. Diese Stellung findet daher auch bei Freiübungen vielfache sinngemäße Verwendung.

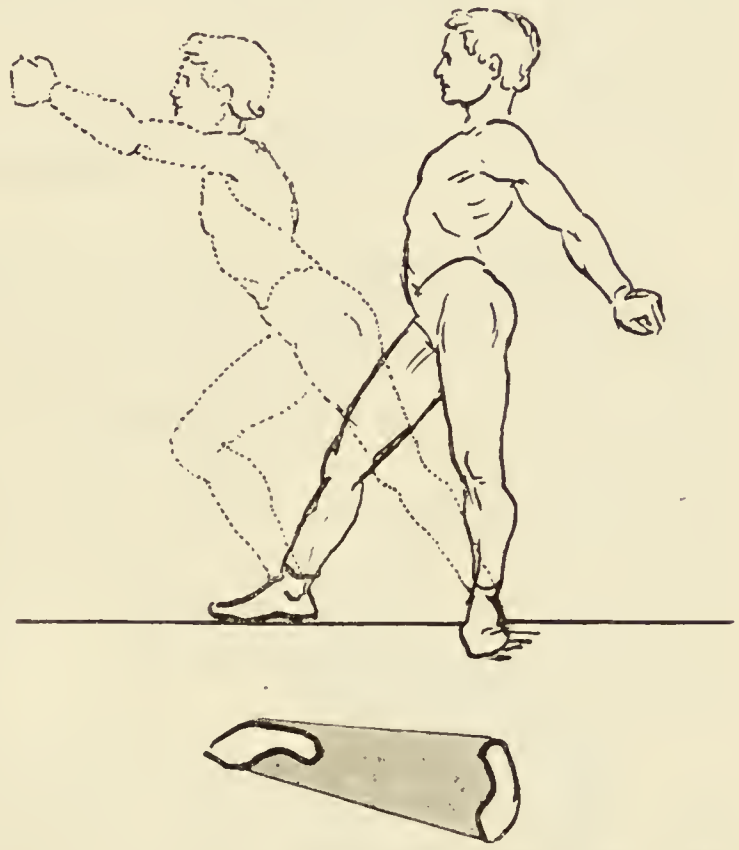


Fig. 355. Auslagestellung und Umfang der Unterstützungsfläche bei derselben.

Nur wenn die Füße sehr weit in der Richtung von vorn nach hinten voneinander gesetzt werden, bis zur Zwangsstellung, so wird die Haltung eine sehr unsichere, weil die Unterstützungsfläche zwar sehr lang, aber auch sehr schmal ist. Am unsichersten ist die Stellung, und erfordert stetes Balancieren, wenn die Füße hintereinander auf einer Linie in Spreizstellung stehen. Diese Haltung wird beim Glitschen auf der Eisfläche eingenommen, ebenso häufiger beim Gleiten auf den Schlittschuhen.

§ 240. Stehen auf einem Bein.

Stehen auf einem Bein.

Steht der Körper ausschließlich auf einem Bein, so daß das standfreie Bein den Boden nicht berührt, so geht der Stützpunkt des Rumpfes auf den Schenkelkopf des Standbeins. Der Schwerpunkt muß derart verlegt werden, daß seine Senkrechte in die Sohlenfläche des Standbeins fällt. Hierbei ist stärkere Muskelanspannung nötig, teils um das Standbein gestreckt zu halten, teils um für Becken und Rumpf das unbeständige Gleichgewicht zu sichern.

Werden dabei mit dem standfreien Bein Bewegungen ausgeführt, so bedingen diese jedesmal eine Störung des Gleichgewichts. Der Rumpf biegt sich in entgegengesetztem Sinne um das standfreie Bein, um dem Gewicht desselben das Gleichgewicht zu halten, und den Schwerpunkt, der durch die Beinbewegung verschoben

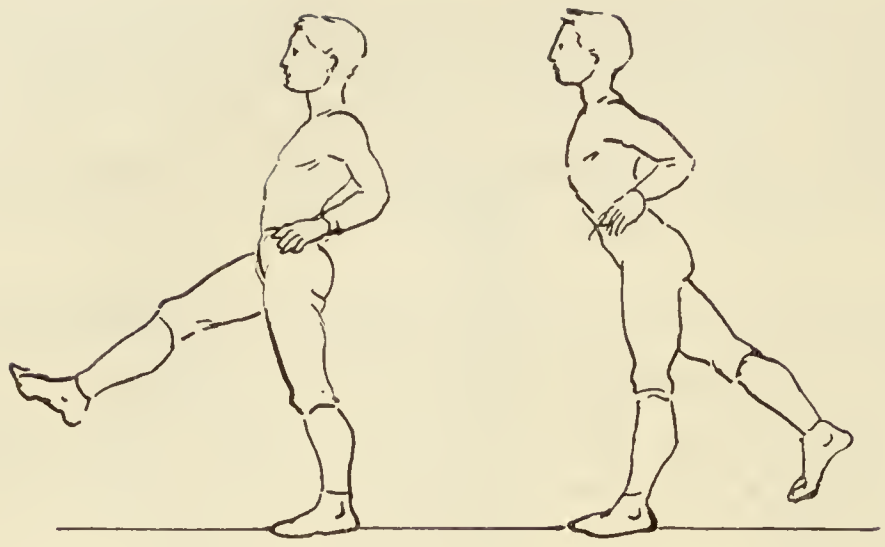


Fig. 356.

war, wieder über den Unterstützungspunkt zu bringen. Wird z. B. das standfreie Bein nach vorn geführt, so muß der Rumpf sich etwas nach hinten biegen, und umgekehrt (Fig. 356). Darum ist es bei Freiübungen mit derartigen Beinbewegungen (z. B. Knieheben mit nachfolgendem Beinstrecken und Führen des gestreckt gehobenen Beins nach den verschiedensten Richtungen) nicht möglich, den Oberkörper in ganz unverrückter gerader Haltung zu belassen.

Stehen auf den Fußspitzen.

§ 241. Stehen auf den Fußspitzen.

Die Fußstrecker, vor allem der Wadenmuskel, strecken den Fuß im Sprunggelenk und senken die Fußspitze, wenn der Fuß aufgehoben ist. Steht der Fuß aber auf der Erde, so kann die Fußspitze nicht mehr nach unten geführt werden. Vielmehr wird nunmehr der Körper durch die Thätigkeit der Strecker in einem Bogen um die Fußspitze gehoben. Der Fuß wird zu einem einarmigen Hebel, dessen Unterstützungspunkt die Fußspitze, an dessen einem Ende (dem Fersenhöcker) die Kraft (der Wadenmuskel) wirkt, während die Last (das Körpergewicht) zwischen dem Angriffspunkt der Kraft und dem Unterstützungspunkt (über dem Sprunggelenk) aufruht. Die Länge des Hebelarms der Kraft (s. Fig. 175 und 176, S. 98) verhält sich zum Hebelarm der Last etwa wie 4 : 3.

Fuß als einarmiger Hebel.

Die Unterstützungsflächen des Körpers beim Stand auf den Fußspitzen sind nur klein. Sie stellen zwei kleine Dreiecke dar, deren Basis, parallel der Schulterlinie, von einer die Mittelfußköpfchen des Großzehs mit denen des Kleinzehs verbindenden Linie gebildet wird, während die Spitze nach vorn in der Spitze des Großzehs liegt.

Die Schwerlinie verläuft nahe vor der Hüftachse, und läßt den größten Teil des unteren Gliedes hinter sich. Sie fällt in die Linie der Mittelfußköpfchen, auf welch letzteren also der Körper lastet (die Bezeichnung „Zehenstand“ ist mithin anatomisch eine unrichtige), während die Zehen als elastische Federn gegen den Boden gestemmt, den Körper balancieren, und das Vornüberfallen desselben zu verhindern suchen.

Die Streckmuskeln, welche also das ganze Körpergewicht tragen, sind dabei in stärkster Anspannung. Ihre Ermüdbarkeit und die Kleinheit der Unterstützungsfläche gestalten ein längeres Verweilen in dieser Haltung zu einem schwierigen.

Noch schwieriger und anstrengender ist die Gleichgewichtserhaltung beim Stehen auf *einer* Fußspitze.

Stehen mit gekreuzten Beinen.

§ 242. Stehen mit gekreuzten Beinen.

Ein sehr unsicheres Stehen ist das mit gekreuzten Beinen. Damit die beiden Fußsohlen mit einem möglichst großen Teil der Sohlenfläche dem Boden aufruhen, muß beiderseits der innere Fußrand gesenkt werden, was um so weniger gut gelingt und um so anstrengender ist, je weiter die Beine übereinander gekreuzt werden. Der Druck des Körpers strebt danach, die Füße auseinanderzutreiben. Dem wirken entgegen: erstens die Reibung der Sohlenflächen am Boden, und zweitens die Thätigkeit

der Anzieher der Oberschenkel. Wenn der Boden ein vollkommen glatter (z. B. glatte Eisfläche, oder Parkettboden) und die Reibung nahezu = Null ist, so muß der Zug der kräftigen Anzieher der Schenkel ganz allein die Stellung aufrecht halten. Daher ist es sehr schwierig, auf solch glattem Boden mit gekreuzten Beinen einigermaßen fest zu stehen. Ein leichter Stoß, namentlich von vorn oder hinten her geführt, wirft den Betreffenden bequem um.

§ 243. Das Sitzen.

Das Sitzen. Niedersetzen.

Will man sich auf einen Gegenstand niedersetzen, so wird der Unterschenkel gegen den Fuß, der Ober- gegen den Unterschenkel, der Rumpf gegen den Oberschenkel gebeugt, und der Rumpf läßt sich dann niederfallen — daher der heftige Fall rückwärts, wenn jemanden, der im Begriff ist, sich niederzusetzen, der Stuhl weggezogen ist. Ist der Sitz, auf den man sich niederläßt, sehr tief, so sucht man mit der Hand vorher einen Stützpunkt zu gewinnen, um zu starken Fall, d. h. zu heftiges Niedersitzen zu verhüten.

Sitzhaltungen.

Beim Sitzen unterscheiden wir eine *vordere* und eine *hintere* Sitzhaltung.

Bei der *vorderen* Sitzhaltung ruht der Rumpf auf den beiden Sitzknorren und der Berührungslinie der beiden Oberschenkel mit der Vorderkante des Sitzes. Der Schwerpunkt des Rumpfes fällt dabei *vor* die Sitzhöckerlinie.

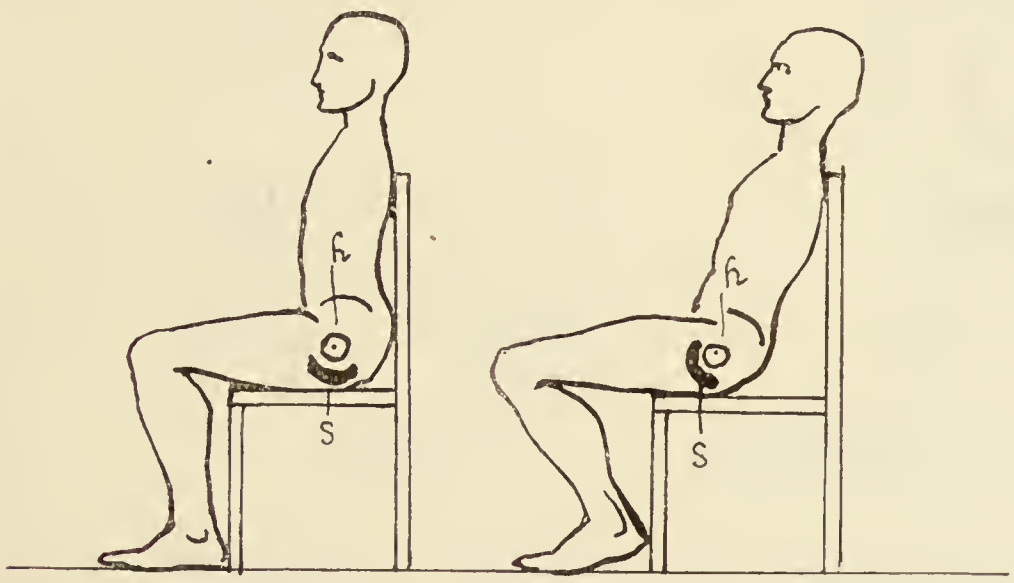


Fig. 357. Vordere Sitzhaltung und Gleiten des Rumpfes nach vorn bei dieser Sitzhaltung. — s Sitzknorren. h Hüftgelenk.

Fig. 358. Gleiten des Rumpfes nach hinten, und Vorfallen desselben.

Bei der *hinteren* Sitzhaltung ruht der Rumpf auf drei Punkten: den beiden Sitzknorren und der Steißbeinspitze. Der Schwerpunkt des Rumpfes fällt hier *hinter* die Sitzhöckerlinie.

Man hat endlich auf das „Geradesitzen", wo der Schwerpunkt *in* die Sitzhöckerlinie fällt, als *mittlere* Sitzhaltung unterschieden.

Die Sitzknorren haben eine gekrümmte Oberfläche und stehen ähnlich nebeneinander wie die Kufen eines Schlittens oder eines Schaukelpferdes. Die Folge ist, daß sie außerordentlich leicht auf fester Sitzfläche gleiten, und zwar bei der *vorderen* Sitzhaltung oft nach *hinten*, mit Vorfallen des Rumpfes nach vorn; bei der *hinteren* Sitzhaltung nach *vorn*, mit Rückwärtsfallen des Rumpfes.

Vordere Sitzhaltung.

Bei der *vorderen* Sitzhaltung macht es einen Unterschied, ob der Rumpf noch einen weiteren Stützpunkt am Rücken durch eine Rückenlehne findet, oder ob ein solcher Stützpunkt nach vorne durch Aufstützen des Arms auf einen Tisch gewonnen wird.

Ist der Rücken nur durch eine senkrechte Rückenlehne gestützt, welche in die Höhlung am Kreuz nicht eingreift, und ist die Sitzfläche glatt, so gleiten bei einiger

Ermüdung die Sitzknorren nach vorne, so lange bis die Steißbeinspitze die Sitzfläche berührt. Der Rumpf strebt also danach, aus der vorderen in die hintere Sitzlage zu gelangen, und den Schwerpunkt nach hinten zu verlegen. Man ist daher bei längerem derartigen Sitzen wiederholt genötigt, das Becken wieder nach hinten in die anfängliche Haltung zurückzubringen (Fig. 357).

Ist bei der vorderen Sitzlage eine Stütze für den Rumpf nach vorne durch Auflegen der Unterarme oder Hände auf einen Tisch oder dergl. nicht vorhanden, wird ferner die Rückenlehne nicht derart benutzt, daß die Sitzknorren etwas nach vorne gleiten, und der Schwerpunkt etwas hinter die Linie fällt, welche die beiden Sitzknorren verbindet, so sinkt bei längerem Sitzen, und bei Ermüdung der den Rumpf haltenden Muskulatur der Rumpf allmählich nach vorne. Damit neigt sich auch das Becken nach vorne, während die Sitzknorren nach hinten gleiten (Fig. 358). Um letzteres und damit auch das Vorsinken des Rumpfes zu verhindern, wird das eine Bein über das andere geschlagen. Dadurch werden die langen Beugemuskeln des Schenkels, welche vom Sitzknorren ihren Ursprung nehmen, gespannt, und gestatten den Sitzknorren nicht, nach hinten zu gleiten (Fig. 359).

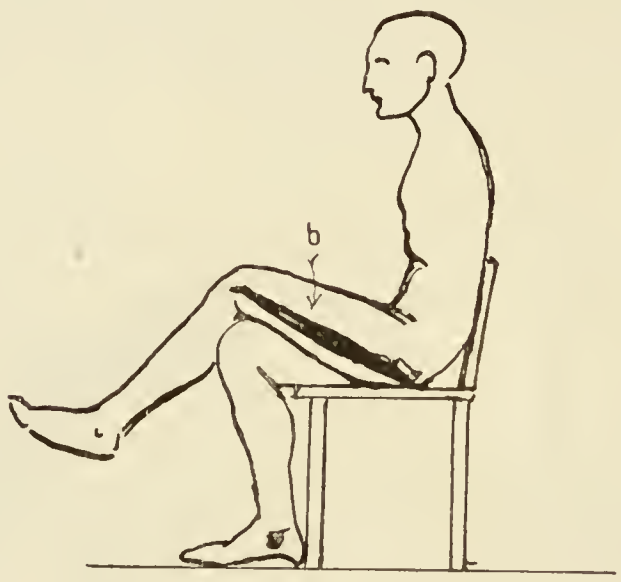


Fig. 359. b Beugemuskeln des übergeschlagenen Beins.

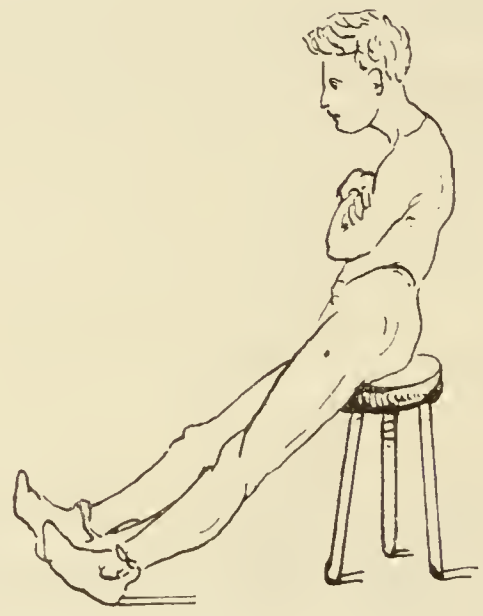


Fig. 360.

Hintere Sitzhaltung.

Bei der hinteren Sitzhaltung muß das Becken, damit die Steißbeinspitze auf dem Sitz aufruhen kann, stark nach hinten geneigt werden. Dementsprechend neigt sich auch der Rumpf nach rückwärts und droht nach hinten umzufallen — um so mehr als die Sitzknorren bei dieser Haltung das Bestreben haben, nach vorne zu gleiten. Ohne Rückenlehne ist diese Sitzhaltung kaum anders innezuhalten als dadurch, daß die Beine weit nach vorne gestreckt werden, um möglichst der nach hinten gerichteten Schwerwirkung des Rumpfes das Gleichgewicht zu halten, und die das Becken und das Kreuzbein haltenden Muskeln (z. B. den Lendenhüftbeinmuskel) zu spannen. Bequem ist solche Sitzhaltung keineswegs (Fig. 360).

Hintere Sitzhaltung ohne Rückenlehne.

Hintere Sitzhaltung mit Rückenlehne.

Anders wenn bei der hinteren Sitzhaltung der Rücken unterstützt ist, denn dieser gewährt in vollkommenster Weise Entlastung der Muskulatur, und stellt den wahren Ausruhsitz dar. Die Unterstützung des Rückens durch eine Schulterlehne macht übrigens den Stützpunkt der Steißbeinspitze vollkommen entbehrlich. Thatsächlich ruht letztere auch nur bei stark rückwärts gebogener Lehne auf dem Sitz auf, während sonst der Körper an Rückenlehne und den Sitzknorren genügende Unterstützung findet (Fig. 361).

Polstersitz.

Bei weichem Sitz (Polster) sind es die gesamten Weichteile des Gesäßes, welche in inniger Berührung mit der einsinkenden nachgiebigen Unterlage die Rumpflast auf-

nehmen. Der auf die Masse der Weichteile ausgeübte Druck bringt aber bei anhaltendem Sitzen mancherlei Störungen im Blutumlauf der Gesäßgegend mit sich, weshalb die weitaus größte Mehrzahl derer, welche anhaltende Sitzarbeit zu verrichten haben, einen harten Sitz bevorzugen.

Die Festigkeit des Sitzes hängt — abgesehen von Gestaltung der Lehne, Höhe des Tisches usw. — auch sehr von der Breite des Sitzes ab. Ein schmaler Sitz gewährt nur eine kleine Unterstützungsfläche, während, namentlich bei vorderer Sitzhaltung, ein breiter, die ganze Länge der Oberschenkel stützender Sitz der Sitzhaltung die meiste Stetigkeit gewährt.

Breite des Sitzes.

Fig. 361. Bequemer Ausruhsitz mit guter Schulterlehne.

Über die richtigste Form der Schulbank sind die hauptsächlichsten Gesichtspunkte bereits früher erörtert (s. o. § 36).

§ 244. Einseitiger linker Sitz.

Einseitiger linker Sitz.

Wie das gewohnheitsmäßige einseitige Stehen vorzugsweise auf dem rechten Bein fehlerhafte Haltung der Wirbelsäule zur Folge haben kann, so ist dies auch mit dem einseitigen linken Sitz der Fall. Da letzterer namentlich in den Schuljahren oft viele Stunden täglich eingehalten wird, so vermag er besonders leicht schädlich auf die Haltung der Wirbelsäule einzuwirken, und dauernde Verkrümmung der Wirbelsäule nach links herbeiführen.

Indem die Schwerlast des Rumpfes fast ganz auf den stützenden, dem Tisch aufgelegten linken Arm, sowie namentlich auf den linken Sitzknorren verlegt wird, um die rechte Körperseite zu entlasten, und den rechten Arm zum Schreiben ungehindert frei zu haben, wird das entlastete rechte Bein etwas gehoben. Sein Sitzknorren berührt den Sitz kaum oder gar nicht. Infolgedessen stellt sich das Becken schief nach links abwärts; die Wirbelsäule krümmt sich nach links um, die obere Brust- und untere Halswirbelsäule macht entsprechende Gegenkrümmung nach rechts.

Die verunstaltende Wirkung solcher fehlerhafter Haltung (s. o. Fig. 84) — die also ähnlich wirkt wie der schiefe Sitz, der bei Mädchen durch Unterschieben der Röcke nur unter eine Hinterbacke entsteht — kann nur durch strengste Beaufsichtigung der Schüler hinsichtlich ihrer Schreibhaltung und Geltendmachung der grundlegenden Vorschriften vermieden werden. Solche Vorschriften, um sie hier noch einmal zu wiederholen, sind: der Sitz muß grade aufrecht sein mit gleichmäßiger Belastung beider Sitzknorren; die Schulterlinie muß parallel dem Tischrande sich befinden; die Ellbogen auf dem Tisch sollen in gleicher Linie aufruhen; das Heft soll gerade vor der Mittellinie des Schülers liegen, und während die Rechte schreibt, mit den Fingern der linken Hand festgehalten werden usw.

§ 245. Das Liegen.

Liegen.

Das Liegen auf der rechten oder linken Seite, mit mehr oder weniger starker Beugung in den meisten Gelenken, wird wohl von der Mehrzahl der Menschen zum Ausruhen bevorzugt.

Das Liegen auf dem Rücken (Fig. 362) ist eine Ausruhlage, welche nur dem Menschen möglich ist, während sonst alle Säugetiere nur Seitenlage einnehmen können.

Liegen auf dem Rücken.

Findet die Rückenlage auf einer nachgiebigen weichen Unterlage statt, so daß die ganze Rückenfläche unterstützt wird, so gewährt diese Lage der gesamten Muskulatur volles Ausruhen, läßt die beidseitige Atmung und den Kreislauf unbehindert, führt auch keine Verschiebungen in der Lage der Eingeweide herbei, wie dies bei der Seitenlage möglich ist. Auf einer harten Unterlage dagegen ruht der Körper in der Rückenlage nur auf mit dem Hinterhaupte, den Schultern, dem Gesäß, den Waden und den Fersen. Die zwischen diesen Punkten liegenden Gegenden des Körpers bilden Bögen, welche durch Muskelspannung getragen werden müssen. Ein eigentliches Ausruhen ist in der Rückenlage auf festem Boden nicht möglich.

Fig. 362.

Liegen auf dem Bauche.

Fig. 363.

Das Liegen auf dem Bauche (Fig. 363) wird nur selten zur Ruhelage angewendet (abgesehen natürlich von Krankheiten, welche diese Lage nötig machen). Die ganze Schwerlast des Rumpfes lastet hierbei auf den Bauchdecken. Nur bei sehr kräftiger Bauchmuskulatur ist diese Lage erträglich und gestattet ein Ausruhen.

Hockende Stellung.

§ 246. Hockende Stellung.

Bei der hockenden oder kauernden Haltung (tiefer Hocke) sind Hüft-, Knie- und Sprunggelenke in starker Beugung (Fig. 364). Diese wird bei tiefster Hocke begrenzt durch die Berührung des Bauches mit der Vorderfläche der Schenkel, sowie

Fig. 364.

Fig. 365.

der Unterfläche der Schenkel mit den Waden, daher von Dickleibigen die Hocke nicht so tief ausgeführt werden kann, wie bei Mageren, und weit mühsamer ist. Die Füße stehen auf den Fußspitzen, so daß die Unterstützungsfläche — vorausgesetzt, daß keiner der Arme Stütz auf dem Boden oder sonstwie findet — nicht größer ist, als beim Stehen auf den Fußspitzen, dem sogen. Zehenstand. Da aber der Schwerpunkt bei der Hocke tief gesenkt ist, so ist die Festigkeit des Standes hier größer als die beim Zehenstand. Indes machen die Spannung der Muskeln wie der bis zum höchstmöglichen Grad gebeugten Gelenke, weiterhin die Erschwerung des Bauchatmens, sowie

die Behinderung des Blutumlaufs in den Beinen infolge der Knickung der Blutgefäße durch die starken Gelenkbeugungen ein längeres Verweilen in Hockstellung unbequem und ermüdend. Gleichwohl wird bei manchen Völkerschaften, so nach den Berichten der Reisenden bei den Arabern und Negern Mittelafrikas, die Hockstellung an Stelle des Sitzens allgemein bevorzugt.

Tiefste Kniebeuge.

Weit unsicherer ist die Haltung bei tiefster Kniebeuge mit aufrecht gehaltenem Rumpf und auseinanderstehenden Knieen. Die starke Dehnung, welche bei tiefster Kniebeuge der vierköpfige Streckmuskel erfährt (Fig. 366), macht diese Übung bei häufiger Wiederholung schmerzhaft. Die starke Dehnung des Muskels, welche übrigens für das nachfolgende Wiedererheben in den aufrechten Stand ausholend wirkt, dazu

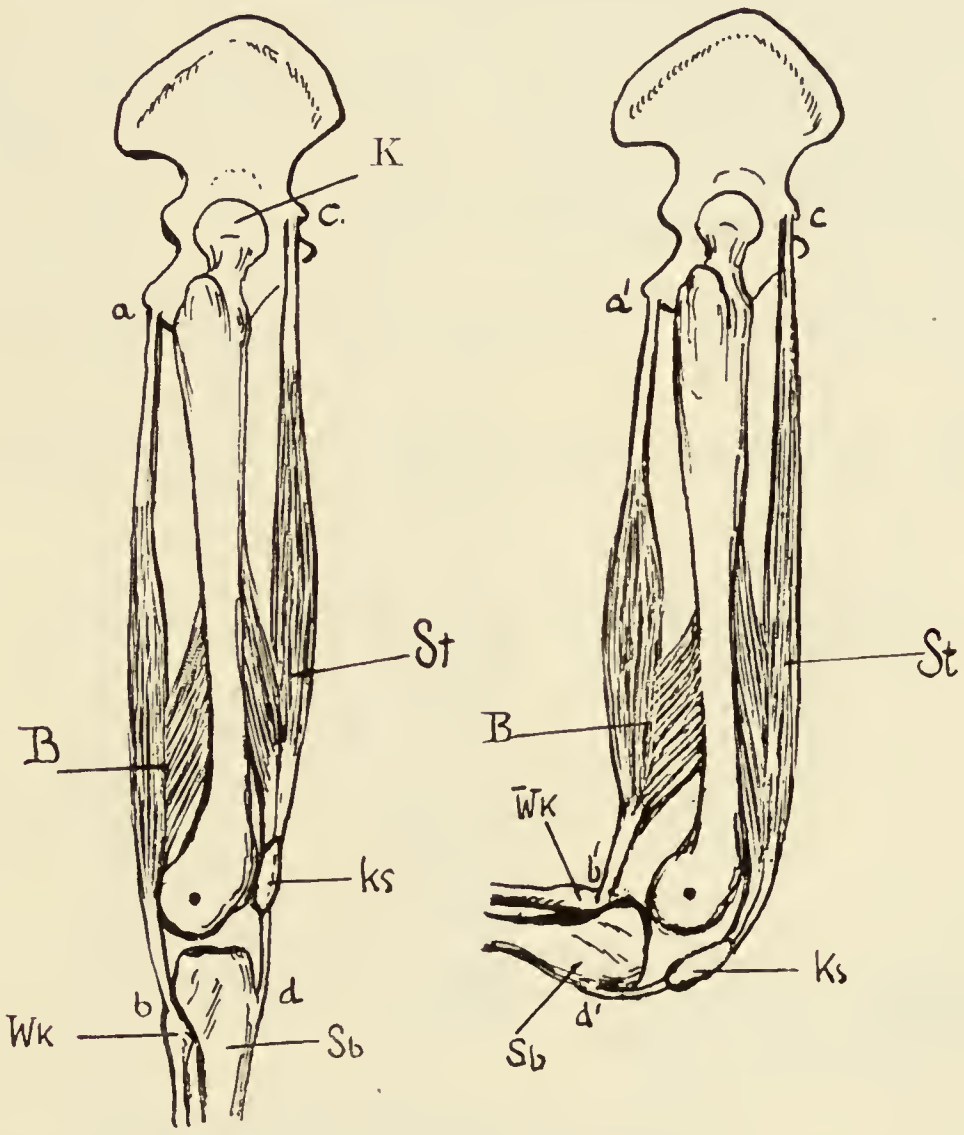


Fig. 366. Dehnung des zweiköpfigen Schenkelbengers bei Streckung (I); Dehnung des Schenkelstreckers bei Beugung (II) im Kniegelenk. Wk Wadenbeinköpfchen; Ks Kniescheibe; Sb Schienbeinhöcker; B Beuger; ab Länge des Muskels bei Streckung; a'b' bei Beugung; St vierköpfiger Strecker; cd Länge des Muskels bei Streckung; c'd' bei Beugung im Kniegelenk.

die Muskelarbeit, welche zur Hebung des Körpergewichts bis zum aufrechten Stand erforderlich ist, läßt bei der Ausführung einer Reihe von tiefsten Kniebeugen hintereinander um das Knie herum ein Ermüdungsgefühl von einer Stärke zurück, welches vorzeitig die weitere Thätigkeit des Muskels hemmt. Wir haben hier eine derjenigen Übungen vor uns, welche heftige örtliche Ermüdungserscheinungen veranlassen, ohne daß eine für die großen Organthätigkeiten des Kreislaufs, der Atmung usw. schon nutzbringende Summe von Muskelarbeit erreicht war. Es war schon oben Drehen des wagerecht erhobenen Armes als stark ermüdend für die Bewegung im Schultergelenk angeführt; für das Handgelenk wirken ähnlich anstrengend die Übungen des Stabwindens; für die langen Streckmuskeln des Rückens in der Kreuzgegend das wiederholte Stemmen schwererer Hanteln vom Boden bis zur Hochhebhalte über dem Kopf.

Aufrichten aus der Hockstellung.

Der Umstand, daß in der Hockstellung die Streckmuskeln der unteren Gliedmaßen — also großer Gesäßmuskel, vierköpfiger Schenkelstrecker, Wadenmuskel — stark gedehnt werden und damit zu kräftigster Zusammenziehung ausholen, und daß zugleich der Schwerpunkt über die Unterstützungsfläche gebracht ist, erleichtert sehr das Aufrichten des Körpers. Darum wird auch beim Aufrichten aus dem Sitz der Rumpf erst vornübergebeugt, und eine Art von Hockstellung eingenommen; desgleichen geht zum Aufrichten aus dem Liegen der Körper erst in Hockstellung über, aus welcher dann das Aufrichten sich vollzieht.

Knieen.

§ 247. Knieen.

Niederknieen.

Auch in die knieende Stellung gelangt der Körper nach vorheriger Beugung im Hüft-, Knie- und Sprunggelenk durch eine Art von Fallbewegung, die aber nicht wie beim Niedersitzen nach hinten, sondern nach vorn gerichtet ist (Fig. 367). Daher auch beim Niederknieen der Rumpf leicht vornüber fällt, und durch die vorgestreckten Arme, welche Stütz am Boden suchen, vor dem Hinstürzen bewahrt wird.

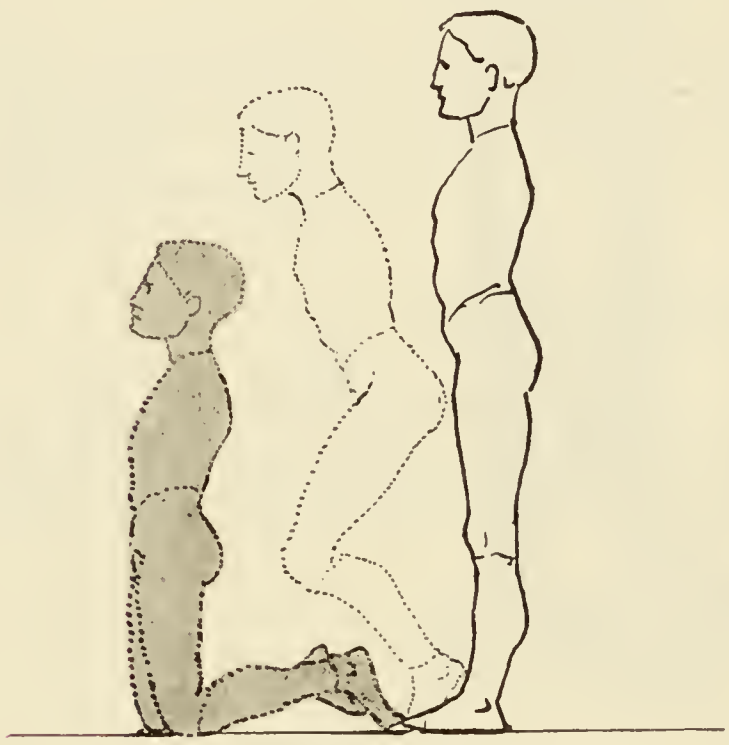


Fig. 367. Niederknieen aus dem Stand.

Unterstützt ist in der knieenden Stellung der Körper von den beiden Schienbeinhöckern und den Fußspitzen, und zwar bei letzteren gewöhnlich so, daß die gebeugten Zehen mit ihrer Rückenfläche auf dem Boden ruhen. Beim aufrechten Knieen wird der Schwerpunkt des Rumpfes senkrecht über den Schienbeinknorren getragen; auf diesen ruht die ganze Schwerlast des Rumpfes. Die Streckmuskeln am Becken, sowie an der Wirbelsäule halten dabei das Gleichgewicht.

Fig. 368.

Wird der Schenkel im Kniegelenk spitzwinklig gebeugt, und der Rumpf nach vorn gebogen, so daß das Gesäß bis auf die Fersen hinabgeht, dann verteilt sich die Schwerlast auf Kniee und Fußspitzen. Die Schwerlinie fällt in die Mitte der von den Verbindungslinien der Schienbeinknorren und der Fußspitzen umgrenzten Stützfläche (Fig. 368).

Erheben aus der knieenden Stellung.

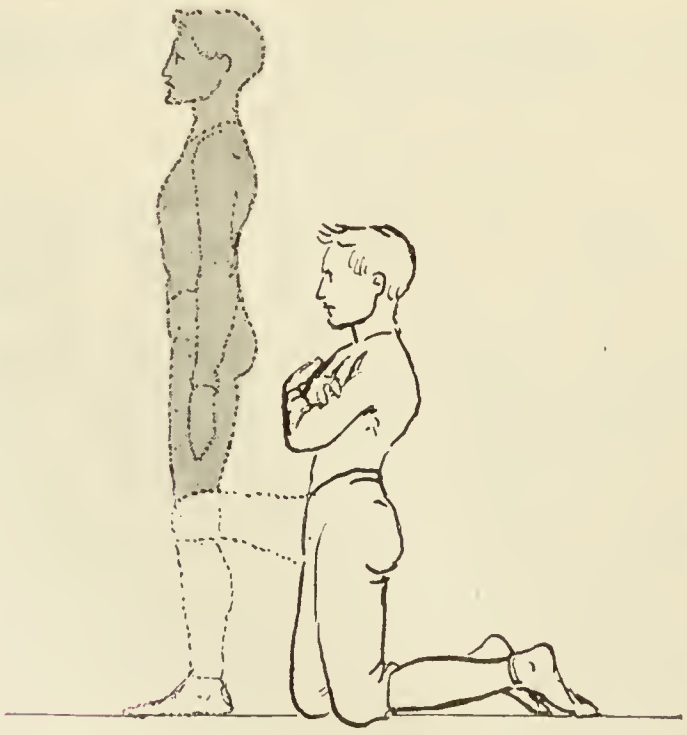


Fig. 369. Aufrichten aus der knieenden Stellung.

Das Erheben zum Stand aus der knieenden Stellung kann von Geschickteren unmittelbar durch ein sprungartiges Emporschnellen des Körpers unter plötzlicher und heftiger Zusammenziehung der Strecker des Sprung-, Knie- und Hüftgelenkes bewirkt werden.

Leichter vollzieht sich die Erhebung zum Stand — und dies ist auch die gewöhnliche Art — wenn ein Bein mit senkrecht gerichtetem

Unterschenkel vor und auf die volle Fußsohle gestellt wird, und nun durch Strecken dieses Beins, wobei der Oberschenkel um das Kniegelenk einen Kreisbogen beschreibt, der Schwerpunkt über die Stützfläche dieses Fußes gebracht, d. h. der Körper aufgerichtet wird (Fig. 369). Während dieser aufrichtenden Bewegung wird der andere Fuß neben diesen gezogen und niedergestellt.

§ 248. Der Hang.

Der Hang.

Auf vielerlei Arten kann der Körper, vom Boden gänzlich losgelöst, wenigstens für kürzere Zeit schwebend im Hang gehalten werden. So können die Hände, es können bestimmte Teile der Arme (Unter- und Oberarmhang), die Achseln, bei Leibeskünstlern selbst das Kinn und das Gebiß als Haftorgane für den Körper dienen, an denen er aufgehängt ist.

Beim Sturzhang oder Abhang mit umgekehrtem Körper kann dieser an den Füßen (Zehenhang) oder an den Kniekehlen (Kniehang) getragen werden.

Es kann endlich der Körper an einem Arm und Bein gleichzeitig, oder an Händen und Füßen (Querliegehang, Seitliegehang, Schwimmhang, Nest u. dergl.) hängen.

Im nachfolgenden können nur einige Formen des Hanges besonders behandelt werden.

§ 249. Streckhang an den Händen.

Streckhang.

Der Streckhang an den Händen ist von allen Hangarten zumeist als „natürlicher“ Hang zu bezeichnen.

Beim natürlichen Hang an einem festen queren Gegenstand (Ast, Balken, Stange, Leitersprosse, Mauerkante usw.) wird derselbe von den Händen in Greifstellung umfaßt — einwärts gedrehte oder pronierte Stellung der Hände, die Daumen einander zugekehrt; turnerisch: Aufgriff oder Ristgriff.

Seltener, und nur bei rundum leicht umgreifbarem festen Gegenstand (Stange, Ast, Leitersprosse) anwendbar ist der Hang mit auswärtsgedrehter oder supinierter Stellung der Hände, die Daumen nach außen, die Kleinfinger einander zugekehrt; turnerisch: Untergriff oder Kammgriff.

Ist der Körper quer an zwei parallel laufende Stangen oder Äste gehängt, so fassen die Hände beim natürlichen Hang speichgriffs, d. h. die Daumen sind der Vorderseite des Körpers zugekehrt.

Die hauptsächstliche Muskelthätigkeit beim Streckhang ist die Zusammenziehung der die Finger beugenden Muskeln, denn diese haben das Gewicht des Körpers zu tragen. Unwillkürlich ziehen sich aber weiterhin alle Muskeln um die Körpergelenke beim Streckhang zusammen, um die Gelenkenden, welche durch die Schwerwirkung der Körperteile auseinandergezogen werden, zusammenzuhalten.

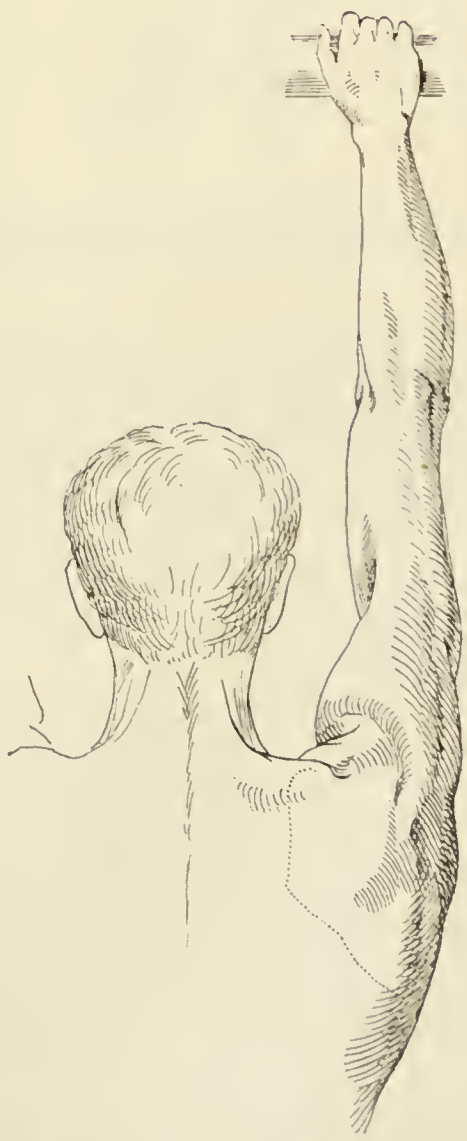


Fig. 370. Rechter Arm beim Hang. Der Umriß des Schulterblattes ist punktiert angegeben.

Einfluß auf die Schultergegend.

Die Schulterhöhe und der ganze Schulterstumpf sind möglichst in die Höhe gezogen. Die Schlüsselbeine stehen steil nach aufwärts; das Schulterblatt ist in der Weise, wie es früher für die Hochhebhalte beschrieben (§ 43), um seinen oberen inneren Winkel derart gedreht, daß der untere Schulterblattwinkel von der Wirbelsäule ab nach der Achselhöhle zu geht, und seitlich von der Achselhöhle im Umriß des Körpers deutlich hervortritt. Über dem untern Schulterblattwinkel tritt ferner in der Achselhöhle der Gelenkkopf des Oberarms hervor, und drängt gegen die Gelenkkapsel nach außen. Der vom unteren Rand der Gelenkpfanne des Schulterblatts entspringende, in der Hochhebhalte des Arms über den Gelenkkopf des Oberarms wegziehende lange Kopf des dreiköpfigen Oberarmstreckers hält den Gelenkkopf in der Schulterpfanne fest. Der über den unteren Schulterblattwinkel hinweggehende Teil des breitesten Rückenmuskels hält die Schulterblattspitze an den Brustkorb angedrängt (Fig. 371).

Behinderung der Atmung.

Die durch das Emporheben der Arme und damit ihrer Ansätze stark

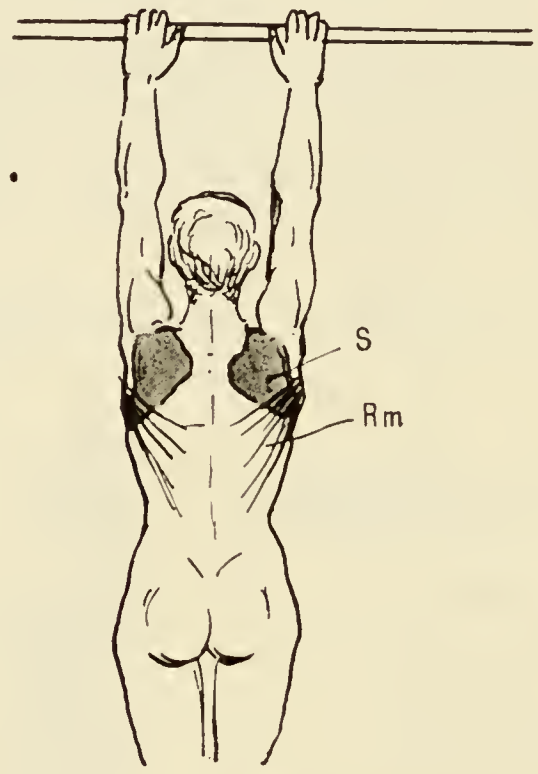


Fig. 371. Stellung der Schulterblätter (S) beim Hang. Rm breitester Rückenmuskel.

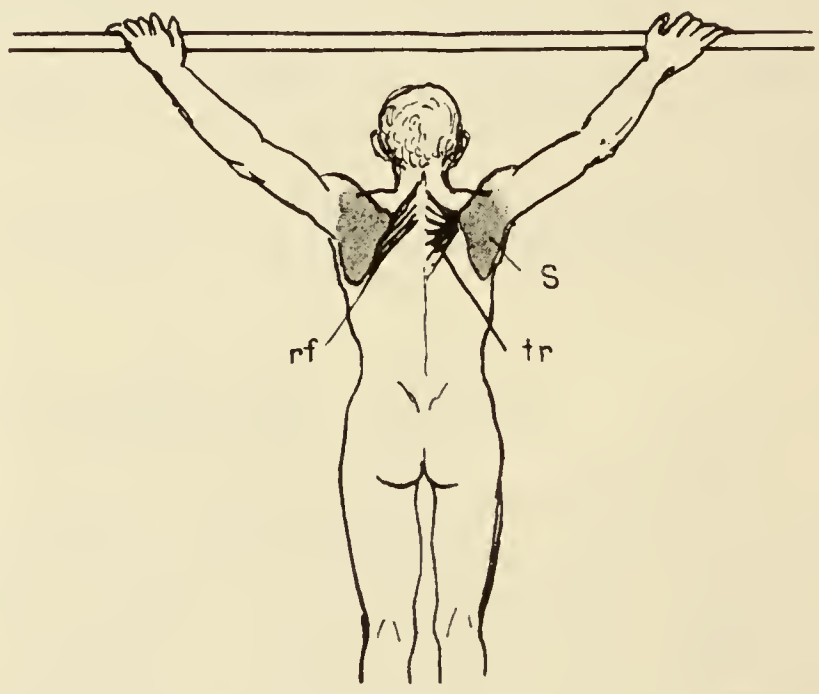


Fig. 372. Spannhang. S rechtes Schulterblatt. rf rautenförmige Muskeln. tr mittlerer Teil des rechten Trapezmuskels.

gespannten Brustmuskeln erheben die Rippen bis zur äußersten Einatmungsstellung, und erweitern dadurch den Brustraum vollständig. Dadurch ist aber auch ein Wiedereinsinken des Brustkorbs zur Ausatmungsstellung beim Hang unmöglich gemacht. Bei längerem Hang vollzieht der Brustkorb keine Atembewegungen; nur das Zwerchfell vermag sich zu heben und zu senken, und so die Atmung zu unterhalten. Jedoch auch dies nur unvollständig, da die Bauchmuskeln gedehnt sind, und der Vorwölbung durch Andrängen der Eingeweide bei Senkung des Zwerchfells Widerstand leisten.

Ausbiegung der Lendenwirbelsäule nach vorn.

Der Zug, den die Eingeweide auf die Lendenwirbelsäule mittels ihrer Schwere ausüben, ferner der Zug des von dem untersten Brustwirbel und sämtlichen Lendenwirbeln entspringenden und zum kleinen Rollhügel hinabgehenden Lendenmuskels, geben der Lendenwirbelsäule eine starke Ausbiegung nach vorne. Dazu kommt, daß das Schwergewicht der Beine die Beckenneigung verstärkt. Alles dies bewirkt, daß die Lendenkrümmung im Hang stark ausgesprochen ist, und die Lendenwirbelsäule über dem Gesäß eine tiefe Einsattelung zeigt.

Am günstigsten liegen die Verhältnisse, und gestatten längeres Verharren im Hang, wenn die Arme in Schulterbreite parallel gestreckt die Körperlast tragen. Je

Spannhang.

weiter darüber hinaus die Arme auseinandergehen zum Spannhang, um so mehr werden die Schulterblätter nach außen gezogen, und von der Wirbelsäule entfernt,

und um so mehr müssen diejenigen Muskeln, welche die Schulterblätter der Wirbelsäule annähern — dies sind die Rautenmuskeln und der mittlere Teil des Trapezmuskels — sich angestrengt zusammenziehen (Fig. 372). Denn sie bilden die Mittelstücke eines an zwei Endpunkten festgehakten Bogens, in dessen Mitte die Körperlast aufgehängt ist. Die starke Inanspruchnahme dieser Schulterblattmuskeln macht den Spannhang ungleich ermüdender und anstrengender als den Streckhang.

§ 250. Der Beugehang.

Beugehang.

Durch starke Anstrengung der Beugemuskeln der Arme (Klimmziehen), vermag man aus dem Streckhang den Körper emporzuheben zum Hang mit gebeugten Armen, zum Beugehang (Fig. 373). Als Ruhehaltung kann der Beugehang wegen der starken Belastung einzelner Muskeln nur kurze Zeit innegehalten werden. Für eine Reihe von Übungen bildet er die Ausgangshaltung.

Die vorzugsweise beim Beugehang belasteten Muskeln sind die Beuger des Oberarms zum Unterarm, namentlich der zweiköpfige Armbeuger (beim Beugehang mit Kamm- oder Untergriff), der innere Armbeuger (namentlich beim Beugehang mit Rist- oder Aufgriff), und endlich der Armspeichenmuskel oder lange Auswärtswender. Zur Beugung der Arme kommt hinzu die energische Thätigkeit der Anzieher der Arme, also des breitesten Rückenmuskels, des großen Brustmuskels, des großen rundlichen Muskels. Nur so lange die Oberarme parallel der Schwerrichtung des Körpers, also senkrecht stehen, vermögen sie die Körperlast mittels des Schultergürtels zu tragen; sowie sich die Ellbogen vom Körper entfernen, hören die Beuger auf, den Körper zu tragen, und die Körperlast ist erst dann wieder unterstützt, nachdem der Körper in den Streckhang hinabgefallen.

Thätige Muskeln beim Beugehang.

Fig. 373. Beugehang. Schwerlinie punktiert.

Schwerpunkt beim Beugehang.

Der Schwerpunkt muß beim Beugehang in der Senkrechten liegen, welche von der Mitte der die Hände verbindenden Stützlinie ausgeht. Der Körper kann also nicht in einer vom Kopf bis zu den Fußspitzen senkrechten Richtung gehalten werden — der Schwerpunkt würde sonst hinter dem Stützpunkt sich befinden —, sondern die untere Körperhälfte ist so weit nach vorn zu bringen, daß das Gleichgewicht hergestellt ist. Es geschieht dies dadurch, daß die Schenkel gehoben werden und das Becken gebeugt wird, unter Zusammenziehung der Bauchmuskeln und des Lenden-Hüftbeinmuskels. —

Lage der Ellbogen.

Was die Lage der Ellbogen in der Richtung von vorn nach hinten betrifft, so sollen beim Hang mit gebeugten Armen die Ellbogen in derselben Querebene liegen wie die Schulterhöhen. Liegen sie mehr nach vorne, angepreßt gegen die Brustwand, so ist von den beiden großen Anziehern der Arme, dem großen Brust- und breitesten Rückenmuskel, die Hauptarbeit dem großen Brustmuskel überlassen. Bei häufigerer Übung wird — um so mehr als auch bei anderen Gerätübungen, namentlich am Barren, dieser Muskel über Verhältnis in Anspruch genommen wird — der große Brustmuskel kräftiger ausgebildet und erhält das Übergewicht. Die Folge ist, daß die Fasern dieses Muskels auch in der Ruhe mehr verkürzt bleiben, stärkere Spannung erhalten, und dadurch den Schulterstumpf nach vorn ziehen. Der Rücken wird rund (Turnerbuckel), die Schulterblätter stehen von der Wirbelsäule weit ab, die Brust scheint zwischen den vorgefallenen Schultern eingesenkt. Um dies zu vermeiden, achte man darauf, durch energische Zusammenziehung des breitesten Rücken-

Übergewicht des großen Brustmuskels.

muskels, sowie des Trapezmuskels und der Rautenmuskeln, die Schulterblätter der Wirbelsäule möglichst angenähert zu halten, so daß die Ellbogen senkrecht unter der Schulterhöhe bleiben. — Dies gilt nicht nur für den Beugehang, sondern muß auch zur Erziehung einer guten Körperhaltung und schönen Körperform bei den meisten Übungen in Hang und Stütz stets und besonders beachtet werden.

Fig. 374. Seithang rücklings.

Griff beim Beugehang.

Eine Übung, die direkt dem Übergewicht des großen Brustmuskels entgegenwirkt, indem sie energische Zusammenziehung der oben genannten breiten Rückenmuskeln verlangt, ist der Seithang rücklings (Fig. 374).

Wenn beim Streckhange der Hang an den einwärtsgedrehten Händen (Rist- oder Aufgriff), als die Greifhaltung der Hände anwendend, für die „natürliche" Form des Streckhangs angesprochen wurde, so ist beim Beugehang die Auswärtsdrehung der Hände (Kamm- oder Untergriff) vorzuziehen, und hat als die natürliche, weil vorteilhafteste Form dieser Übung zu gelten. Und zwar deshalb, weil nur so dem zweiköpfigen Armbeuger, als dem kraftvollsten der beiden Beugemuskeln des Arms, volle Wirksamkeit gestattet wird. Es ist oben bei der speciellen Muskellehre bereits auseinandergesetzt (s. § 97), daß der zweiköpfige Beugemuskel lediglich Beuger des Arms nur bei auswärtsgedrehter Hand ist, dagegen in erster Linie Auswärtsdreher der Hand, und nicht Beuger des Arms, bei einwärtsgedrehter Hand. Im letzteren Falle wird vielmehr die Beugung im Ellbogengelenk durch den inneren Armbeuger allein bewirkt. Es ist also dieser Muskel, welchem beim Beugehang mit Rist- oder Aufgriff die Körperlast vorzugsweise aufgebürdet ist, während bei Beugehang mit Kamm- oder Untergriff der stärkere zweiköpfige Beuger in vollem Umfange an der Beugearbeit und damit an der Tragung des Körpergewichts teil nimmt.

Abhang oder Sturzhang.

§ 251. Abhang oder Sturzhang.

Der Abhang oder Sturzhang ist ein Hang mit Umkehrung des Körpers, so daß der Kopf nach unten sieht, die Beine nach oben.

Der Körper kann beim Abhang entweder an den Händen oder an den Knieen (Kniekehle) oder an den Füßen hängen. Stets sind diese Haltungen störend für eine Reihe von Organthätigkeiten. Die Baucheingeweide lasten auf dem Zwerchfell, drängen dasselbe abwärts in die Ausatmungsstellung, und verhindern so jede Atemthätigkeit desselben. Während die Blutadern der Beine unter dem Einfluß der Schwere sich entleeren und deren Blut das rechte Herz überfüllt, füllen sich umgekehrt aufs äußerste die Blutadern des Halses, des Kopfes, und des Gehirnes, und schwellen stark an. Die Fortbewegung des Blutes stockt in denselben. Es treten diese Erscheinungen des Blutandrangs zum Kopfe um so mehr auf, je länger der Turner im Sturzhang verweilt, und dauern bei manchen auch nach Beendigung der Übung und Wiedergewinnen der aufrechten Haltung noch eine Weile fort, in Schwindelgefühl und benommenem Kopf sich äußernd. Am besten wird der Abhang vertragen im Kindes- und Knabenalter vor der Entwicklung. Man sieht hier kaum den Kopf selbst bei längerem Abhang sich röten. Der Kreislauf vollzieht sich eben beim Kinde leichter, und erleidet nicht sobald Störungen. Für alle diejenigen aber, welche ohnehin leicht an Blutandrang nach dem Kopfe leiden, ist jede Übung bedenklich, welche auch nur kurzes Verweilen im Sturzhang erfordert. Namentlich bei älteren Turnern, über das

Unzuträglichkeiten des Sturzhangs.

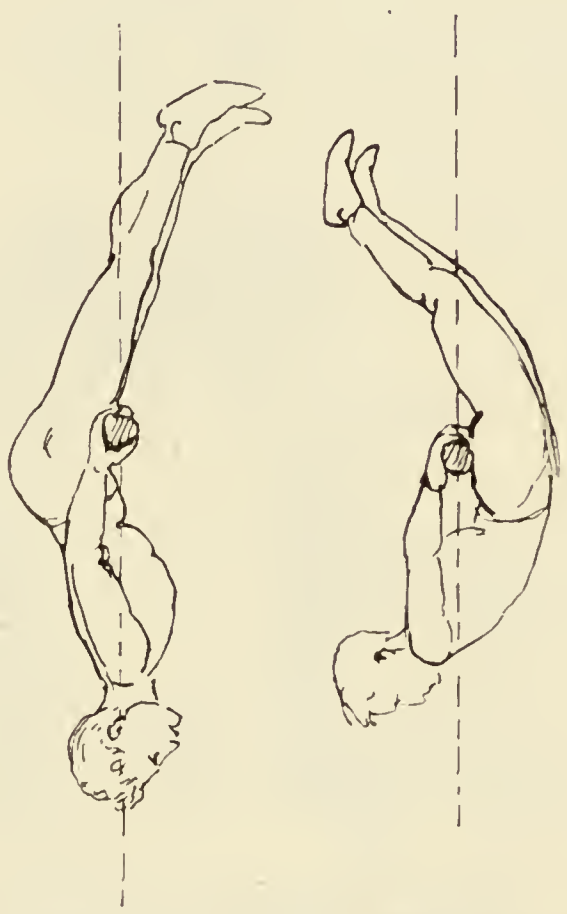
40. Lebensjahr hinaus, wo bereits Veränderungen der Pulsaderwände eingetreten sein können, sind solche Übungen durchaus nicht mehr angebracht. Der Sturzhang kann übrigens auch ganz gut bei den Übungen eines bloßen Gesundheitsturnens entbehrt werden. —

In den Abhang an den Händen kommt der Körper z. B. dadurch, daß er sich aus dem Stand mit Fassen der reichhohen Reckstange, oder aus dem Streckhange mit Anschwung um die Schulterachse dreht, und die Beine nach oben gerichtet das Gleichgewicht zu erhalten sucht. Der Körper balanciert auf dem Schultergürtel, dem Schlüsselbein und den Schulterblättern; die Lücke zwischen letzteren wird durch die Spannung der die Schulterblätter nach der Wirbelsäule zu festlegenden Muskeln ausgefüllt. Abhang an den Händen.

Durch den Zug der Arme ist der Schultergürtel stark am Körper herabgezogen — gerade so, als wenn bei aufrechtstehendem Körper ein jeder der herabhängenden Arme eine Hantel, die halb so schwer wie das Körpergewicht, tragen müßte.

Unbehindert gerade kann der Körper zur Erhaltung des Gleichgewichts beim Abhang gestreckt sein, wenn die Stützpunkte der Hände in Schulterbreite voneinander entfernt, freien Zwischenraum zwischen sich lassen, so daß der Körper zwischen diese Stützpunkte gebracht werden kann. Dies ist der Fall beim Abhang am Barren zwischen dessen Holmen, sowie beim Abhang an den Ringen.

Anders wenn die beiden Stützpunkte der Hände an demselben festen Gegenstand, z. B. der Reckstange, sich befinden. Hier beim Abhang am Reck macht es einen Unterschied, ob der Abhang vorlings (Fig. 375) gemacht wird, so daß der Bauch der Reckstange anliegt, oder rücklings (Fig. 376), so daß der Rücken an die Reckstange stößt. Im letzteren Falle verlangt die Gleichgewichtserhaltung eine Einbiegung der Wirbelsäule nach vorn (Hohlmachen des Kreuzes) durch starke Thätigkeit der langen Wirbelsäulestrecker, sowie Streckung des Hüftgelenks. Beim Abhang am Reck vorlings findet dagegen zur Gewinnung des Gleichgewichts Biegung der Wirbelsäule nach hinten und Beugung im Hüftgelenk statt.



Abhang an den Händen am Barren oder den Ringen.

Abhang an den Händen am Reck.

Fig. 375. Abhang vorlings. Fig. 376. Abhang rücklings.

Der Abhang an den Füßen verlangt starke Beugethätigkeit der Fußbeuger oder Fußheber, also des vorderen Schienbeinmuskels, des langen Zehen- und des langen Großzehenstreckers, damit der Körper wie an einem Haken aufgehängt sein könne. Der Abhang an den Knieen verlangt rechtwinklige Beugung im Kniegelenk. Abhang an den Füßen.

§ 252. Schwimmhang.

Schwimmhang.

Schwimmhang nennt man den Hang in wagerechter Lage zugleich an Händen und Füßen. Der Körper hängt zwischen den beiden Holmen eines Barrens ausgestreckt an vier Stützpunkten: den die Holmen umgreifenden Händen und den aufgelegten Füßen. Bei dieser Lage biegt die Schwerkraft des Körpers die Wirbelsäule

stark nach vorne ein. Die Last der Baucheingeweide drückt auf die vordere Bauchwand und dehnt diese beträchtlich. Ist die weiße Linie des Bauches schwach, und ist Anlage zu Nabelbruch vorhanden, oder ein in der ersten Kindheit vorhanden gewesener Nabelbruch wenig fest verheilt, so vermag diese Belastung immerhin dehnend auf die schwachen Stellen zu wirken. In solchen Fällen verbietet sich diese Übung, während sie im übrigen bei genügend festen Bauchdecken keine Bedenken hat.

Der Stütz.

§ 253. Der Stütz.

Da beim Stütz der Körper an dem von den Armen getragenen Schultergürtel hängt, so zählt auch der Stütz zu den Hangarten.

Streckstütz. a) Beim Streckstütz stützt sich der Körper mit gestreckten, parallel in Schulterbreite stehenden Armen auf zwei feste Stützpunkte, die mit den Händen umfaßten Barrenholme, Ringe, Reckstange usw. Das ganze Körpergewicht — beim Streckstütz

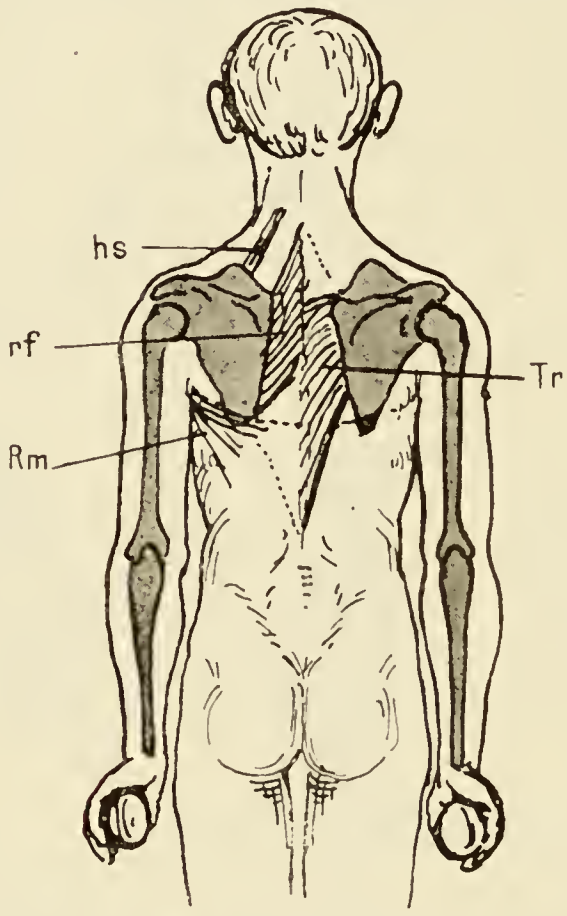


Fig. 377. Streckstütz. Tr rechter Trapezmuskel. rf rautenförmiger Muskel. hs Heber des Schulterblatts. Rm Breiter Rückenmuskel.

Fig. 378. Einsinken beim Streckstütz.

am Reck oder Querbaum nimmt die quere Stange einen Teil der Last des etwas nach vorne geneigten und mit der Beckengegend aufliegenden Körpers auf — lastet dabei auf den beiden Oberarmköpfen im Schultergelenk, und zwar vermittelt durch den Schultergürtel und die Muskeln, welche letzteren am Rumpf anheften (Fig. 377). Diese Belastung übt einen Zug dahin aus, daß sich der Schulterstumpf hebt und nach vorne geht, unter Einsinken der Brust, daß ferner an Schulterblatt und Schlüsselbein der Rumpf hinabsinkt, wobei sich das Schulterblatt mit seinen unteren Winkeln von der Wirbelsäule entfernt, und der Kopf zwischen die Schultern sinkt (Fig. 378). Um dem entgegenzuwirken, müssen die Rautenmuskeln, der mittlere und der untere Teil des Trapezmuskels sich energisch zusammenziehen, desgleichen der breiteste Rückenmuskel, welcher die Schulterblätter nach hinten bringen hilft, indem er den Oberarm kräftig gegen die Seiten anzieht. Es sind also diese Rückenmuskeln, welche durch ihre Wirkung die gerade Haltung beim Streckstütz aufrecht erhalten, und das Einsinken der Schultern verhüten. Sie tragen bei guter Haltung im Streckstütz, wobei die inneren Schulterblattränder parallel der Wirbelsäule stehen, der Kopf frei hoch getragen wird, und die Brust hervortritt, einen großen Teil der Körperlast. Des-

halb sieht man auch bei Barrenturnern die Muskulatur zwischen den Schulterblättern besonders stark entwickelt.

Die Arme werden durch den dreiköpfigen Armstrecker gestreckt erhalten. Starke Anstrengung dieses Muskels ist hierzu nicht erforderlich, da die Armknochen senkrecht einer über dem andern stehen, und der Hakenfortsatz der Elle in die hintere Grube des Oberarmknochens über dem Ellbogengelenk eingreift. Anders liegt die Sache, wenn durch Schwingen im Streckstütz um die Schulterachse diese senkrechte Lage der Armknochen übereinander fortwährende kleine Verschiebungen erleidet. Hier wird die Arbeit des dreiköpfigen Streckers zur Aufrechterhaltung des Gleichgewichts eine angestrengtere.

Die Unterarmmuskeln — Beuger wie Strecker der Hand und der Finger — welche vom Oberarm entspringen, tragen durch ihre gleichzeitige Zusammenziehung ebenfalls zur Festigkeit der Arme bei.

Sind die Rückenmuskeln nicht stark genug, um das Schulterblatt in richtiger Lage zu halten, und den Schulterstumpf nach hinten zu ziehen, so daß die Brust vorne hervortritt, so sinkt der Kopf zwischen die Schultern, die Brust wird eingedrückt, und die ganze Haltung wirkt eher schädlich als nützlich. Schwächlingen soll daher diese Übung noch nicht zugemutet werden. Noch mehr gilt dies vom

b) Knickstütz oder Beugestütz. Wenn man im Streckstütz langsam die Zusammenziehung des dreiköpfigen Armstreckers mindert, und zugleich den Arm im Ellbogen entsprechend beugt, indem der Oberarm nach hinten vom Körper abgeht, während die Unterarme möglichst senkrecht aufstehen bleiben, so geht der Körper langsam nach unten und vorne, und es entsteht so die Haltung des Knickstützes. Knickstütz oder Beugestütz.

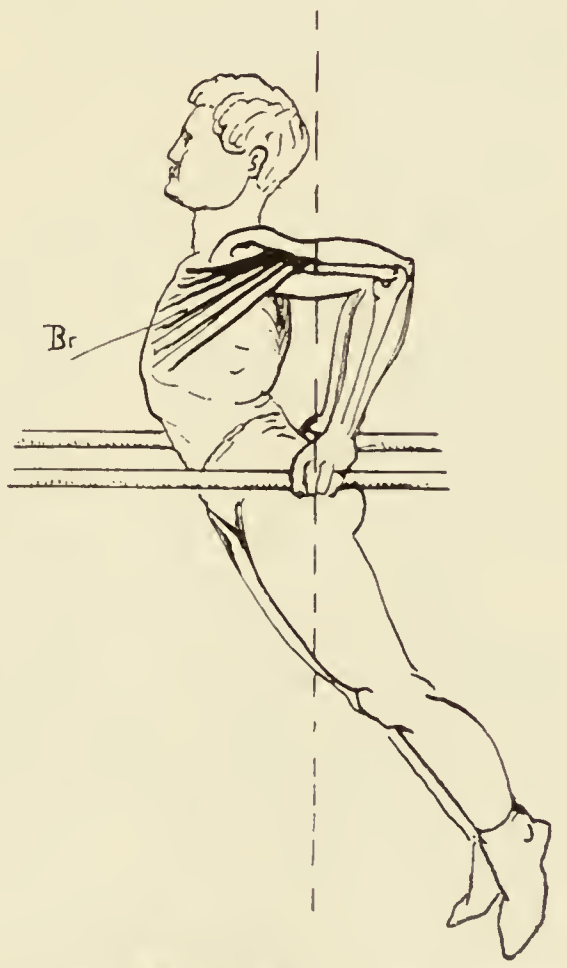


Fig. 379. Knickstütz. Br der gedehnte große Brustmuskel.

Der Abziehung der Oberarme nach hinten und oben wird das Gegengewicht gehalten durch die Anstrengung der Anzieher des Arms, besonders des unteren Teils des großen Brustmuskels. Das Tragen des Körpers an den Armen wird vor allem bewirkt durch die angestrengte Thätigkeit des dreiköpfigen Streckers. Dieser Muskel ist am stärksten belastet, wenn der Winkel, in dem die Arme gebeugt sind, noch ein stumpfer ist. Geht aber die Entwicklung im Ellbogengelenk so weit, daß der Winkel zwischen Ober- und Unterarm ein ganz spitzer wird, ist der Knickstütz also ein möglichst tiefer, so wird der dreiköpfige Streckmuskel in seiner Arbeit dadurch entlastet, daß der Oberarmkopf gegen die Schulterhöhe, der Kronenfortsatz der Elle gegen die vordere Oberarmgrube über dem Ellbogengelenk anstößt, und beide hier festen Widerstand finden.

Das Schulterblatt strebt sich von seiner Auflagerung auf dem Brustkorb abzulösen, und muß durch die Spannung derjenigen Muskeln, welche es an den Brustkorb andrücken, festgehalten werden.

Das Gleichgewicht ist wie bei allen Hangübungen ein stabiles, da der Schwerpunkt unter dem Unterstützungspunkt liegt. Die Schwerlinie geht durch die Mitte der queren Linie, welche die festen Stützpunkte der Hände miteinander verbindet.

Die gesamte Haltung ist beim Streckstütz eine gezwungene, und nicht frei von Nachteilen. Die gezwungene Haltung der Oberarme nach hinten zerrt die Bänder

des Schultergelenks. Der Brustmuskel, dessen Ansatz am Oberarm stark nach hinten gerückt ist, erleidet eine heftige, manchmal selbst schmerzhafte Dehnung. Der Zug seiner Fasern — wenigstens der des unteren Teils des Muskels — umschnürt die Brust wie ein starrer über das Brustbein hinwegziehender Tragriemen. Dadurch werden die Rippen seitlich zusammengedrückt; die Atmung ist merklich behindert. Beim Schwingen im Knickstütz wird beim Schwung nach vorne dieser Druck auf den Brustkorb noch verstärkt, während beim Schwung nach hinten der Muskel entspannt wird und der Brustkorb sich lüftet.

IX.

Ortsbewegungen.

Orts-bewegungen.

§ 254. Allgemeines über die Ortsbewegungen des Körpers.

Die außerordentlich verschiedene Art, wie die Tiere auf der Erde, im Wasser, oder in der Luft ihren Körper fortbewegen; und die mechanischen Einrichtungen, mittels derer diese Leistungen vollbracht werden, sind wohl geeignet unser lebhaftes Interesse wachzurufen. Borelli hat in seinem klassischen Werke „De motu animalium“ (1680) etwa auf folgende Weise die verschiedenen Arten der Fortbewegung anschaulich zu machen versucht.

Auf einem Teich stehe unbeweglich ein Kahn. Wünscht der in dem Kahne sitzende Mann zu fahren, so muß er irgend einen Stützpunkt suchen, um sein Fahrzeug in Bewegung zu bringen.

Hat er eine lange Stange, so kann er diese ins Wasser tauchen bis er damit auf den Boden gelangt. Macht er nun eine Bewegung in dem Sinne, als ob er den Boden mit seiner Stange zurückstoßen wollte, so wird sich das Boot in entgegengesetzter Richtung fortbewegen.

Ist die Stange am Ende mit einem Haken versehen, so kann der Schiffer einen Stützpunkt auch in der Weise gewinnen, daß er seinen Boothaken an einem Baum, festen Stein, Ring in der Mauer u. dergl. einhakt, und nun an der Stange so zieht, als ob er den Gegenstand, an dem er festgehakt hat, zu sich herüber ziehen wollte. Da dieser aber fest ist, so ist es allein das Boot, welches nach dem Stützpunkt hin sich vorwärtsbewegen wird. Damit haben wir also zwei entgegengesetzte Arten des Stützes an festen Gegenständen: Das eine Mal sucht man den Stützpunkt zurückzustoßen, das andere Mal ihn heranzuziehen. Erreicht wird in beiden Fällen dasselbe.

Ist nun aber der See zu tief, um mit der Stange den Boden zu erreichen, und ist das Ufer zu fern, um sich an einen Gegenstand desselben festzuhaken, so kann das Wasser selbst als Stützpunkt dienen. Der Schiffer sucht mittels eines Ruders das Wasser hinter sein Boot zurückzuwerfen; das Wasser weicht zwar diesem Anstoß aus, der Kahn erhält aber doch eine Bewegung nach vorn, also in entgegengesetzter Richtung.

Die Kraft, mit welcher jedesmal das Boot fortbewegt wird, ist die des Schiffers. Sie äußert sich also in dem Sinne, daß sie entweder zwei Punkte einander nähern, oder voneinander entfernen will. Beide Mal kann der eine Punkt fest, der andere beweglich sein, dann wird also nur der bewegliche seinen Platz ändern.

Oder es sind beide beweglich. In dem Falle wird gemäß der ungleichen Beweglichkeit der beweglichere Punkt seinen Platz mehr ändern als der minder bewegliche.

Danach können wir folgende Arten der Fortbewegung unterscheiden:

1. Fortbewegung auf dem Boden mit Zurückstoßen des Bodens im entgegengesetzten Sinn oder Abstoßen vom Boden: Gehen, Laufen, Springen. Fortbewegung auf dem Boden mit Abstoßen vom Boden.

Um diese Bewegungen ausführen zu können sind die der Bewegung dienenden Glieder, die Beine, zusammengesetzt aus einer Reihe fester Hebel, und können ihre Gesamtlänge ändern. Sie verkürzen sich durch Winkelbeugung in ihren Gelenken, und verlängern sich durch Wiedergeraderichten oder Strecken. Wenn das gebeugte Bein gegen den Boden mit seinem unteren Ende stemmt, und nun mittels Muskelzusammenziehung sich strecken und verlängern will, so kann dies, da der Boden fest ist und Widerstand leistet, nur so geschehen, daß das obere Ende, welches den Körper trägt, eine vom Boden entferntere Lage erhält, womit also auch der Körper fortbewegt wird (Fig. 380). Eine einfache Veränderung im Winkel, den das bewegende Glied mit dem Körper bildet, sowie eine Veränderung in den Winkeln, welche die Teile des bewegenden Gliedes unter sich bilden, sind also die letzten Ursachen solcher Art von Fortbewegung auf dem Boden.

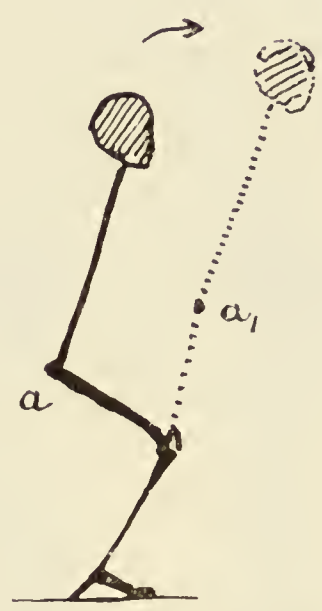


Fig. 380. Schema der Streckung im Knie- und Hüftgelenk. Der Punkt a (Hüftgelenk) wird nach a_1 fortbewegt.

2. Fortbewegung am Boden oder an einem andern festen Gegenstand mit Anhängen eines Teiles des Körpers an einen festen Punkt und Nachziehen der Masse des Körpers: Kriechen und Klettern. Fortbewegung mit Anhängen an einen festen Punkt und Nachziehen des Körpers.

Die vorderen Glieder suchen einen Stütz an einem außen gelegenen festen Punkt, hängen sich dort an, und ziehen den übrigen Körper nach. Das hintere Glied setzt sich in der neu errungenen Lage fest, und die Vorderglieder, frei geworden, suchen einen neuen Stützpunkt usw.

3. Fortbewegung in Wasser und Luft. Fortbewegung in Wasser und Luft.

Was die Fortbewegung im Wasser betrifft, so ist dieselbe bei den Wassertieren eine außerordentlich mannigfaltige: Rudern mit Schwimmfüßen oder Flossen; schraubenartige Bewegung mit Räderorganen; Ausstoßen von Wasser usw. Für den Menschen kommt lediglich das der Ruderbewegung ähnelnde Zurückdrängen des Wassers mittels der Flächen der Fußsohlen, Schenkel, Arme und Handteller beim Schwimmen in Betracht.

Für die Fortbewegung in der Luft fehlen dem Menschen die Organe. Den Versuch, solche künstlich zu ersetzen und mittels der menschlichen Muskulatur in Bewegung zu bringen, hat noch jüngst ein Erfinder, der begabte Ingenieur Lilienthal, mit dem Tode büßen müssen.

Die Fortbewegungsarten mit besonderen künstlichen Hülfsmitteln, wie mit dem Fahrrad auf festem Boden, dem Ruderboot auf dem Wasser, Schlittschuhen auf dem Eise, Schneeschuhen auf Schnee usw. sind noch besonders anzuführen. Im Grunde genommen lassen sie sich auf dieselben mechanischen Gesetze zurückführen, auf welchen auch die natürlichen Fortbewegungsarten beruhen. Fortbewegung mit mechanischen Hülfsmitteln.

Das Gehen.

Das Gehen.

§ 255. Begriff des Gehens.

Unter Gehen verstehen wir diejenige Fortbewegungsart des Körpers auf ebenem Boden, welche durch abwechselnde Thätigkeit der beiden Beine ausgeführt wird, jedoch so, daß der Körper niemals den Stütz am Boden ganz verläßt. Dadurch unterscheidet sich das Gehen von den Fortbewegungsarten des Sprungs und des Laufs, bei welchen der Körper stets während einer gewissen Dauer der Bewegung nicht unterstützt ist, und frei fliegt.

Besondere Arten des Gehens sind das Gehen auf aufsteigendem (Steigen) und auf absteigendem Boden (Absteigen).

Unter natürlichem Gehen versteht man diejenige Gangart, bei welcher der Körper mit möglichst geringem Kraftaufwand und mit fast gleichbleibender Geschwindigkeit über einen ebenen Boden fortgetragen wird.

Bewegung beim Gehen.

§ 256. Die Bewegung beim Gehen.

Die Fortbewegung beim Gehen kommt dadurch zu stande, daß zwei in entgegengesetzter Richtung gebogene Gelenke: das Knie- und das Sprunggelenk, gestreckt werden. Diese Streckung erzeugt aus einem im Winkel gebogenen Stabe, dem Bein, einen geraden — also wesentlich längeren Stab. Auf dieser plötzlichen Verlängerung des tragenden Beins beruht das Vorwärtsschieben des Rumpfes. Der so vorwärts geschobene Rumpf würde nach vorne fallen, wenn nicht gegen das Ende der Bewegung das andere, nicht belastete Bein eine Stütze gegen das Fallen darböte. Die beiden Beine wechseln mit dem Tragen und Bewegen der Last ab.

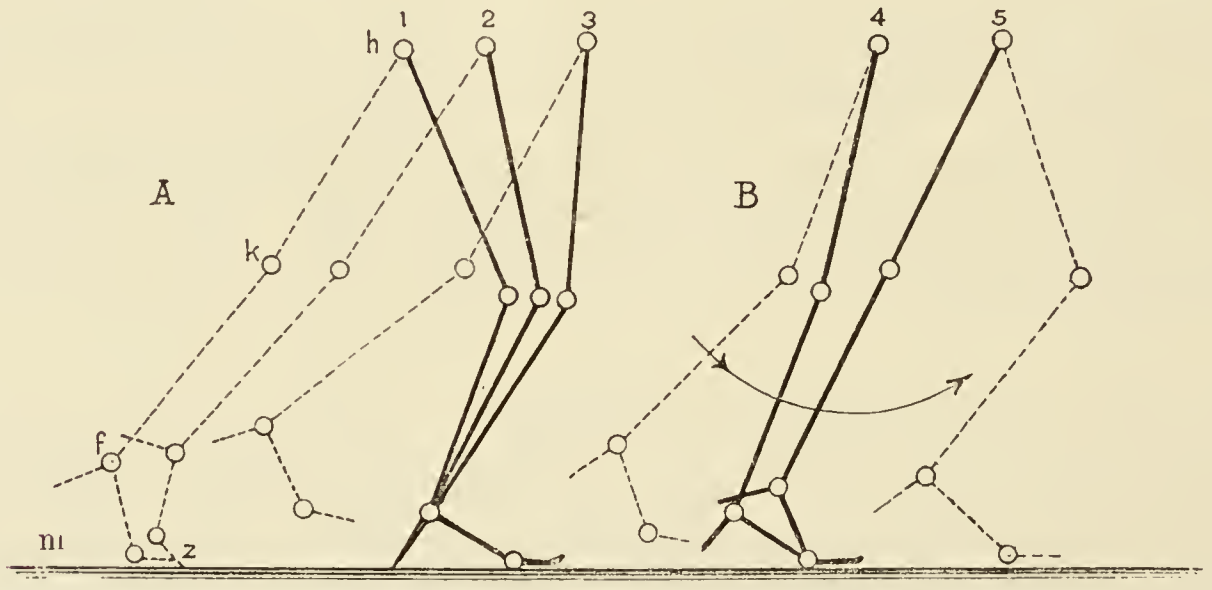


Fig. 381. Schema der Bewegungen der Beine beim Gehen nach Landois. — Das Hangbein in punktierter Linie. A erster, B zweiter Bewegungsakt; h Hüftgelenk; k Kniegelenk; f Sprunggelenk; z Großzehenspitze; m Ballen des Mittelfußzehengelenks.

Wir nennen das den Körper tragende, auf den Boden aufstützende Bein das „Stützbein", das andere unthätige das „Hangbein".

Stützbein und Hangbein.

Die Gehbewegung vollzieht sich, wenn man die Bewegungsvorgänge im einzelnen zerlegt, folgendermaßen:

Erster Bewegungsakt.

a) Erster Bewegungsakt: Das Stützbein steht fest auf dem Boden, im Knie gebeugt, so daß es allein den Schwerpunkt des Körpers senkrecht über der Unterstützungsfläche trägt (Fig. 381 A 1 bis 2).

Das Hangbein ist völlig gestreckt, und berührt den Boden nur mit der Großzehenspitze.

Zweiter Bewegungsakt.

b) Zweiter Bewegungsakt. Um den Rumpf vorwärts zu bewegen, beginnt das Kniegelenk des Stützbeins sich zu strecken (A 3). Indem diese Streckung fortgesetzt wird, verlängert sich bis zur vollen Streckung das Stützbein immer mehr, und trägt dadurch den Schwerpunkt immer weiter nach vorwärts (A 3; B 4 und 5). Die Verlängerung wird noch dadurch vermehrt, daß zugleich das Fußgelenk des Stützbeins sich streckt, erst auf den Ballen (B 4 und 5), bis es zuletzt, zum Hangbein geworden, kurz vor dem Augenblick des Abstoßens vom Boden, nur noch mit der Großzehenspitze den Boden berührt (Stellung des punktiert gezeichneten Hangbeins A 2).

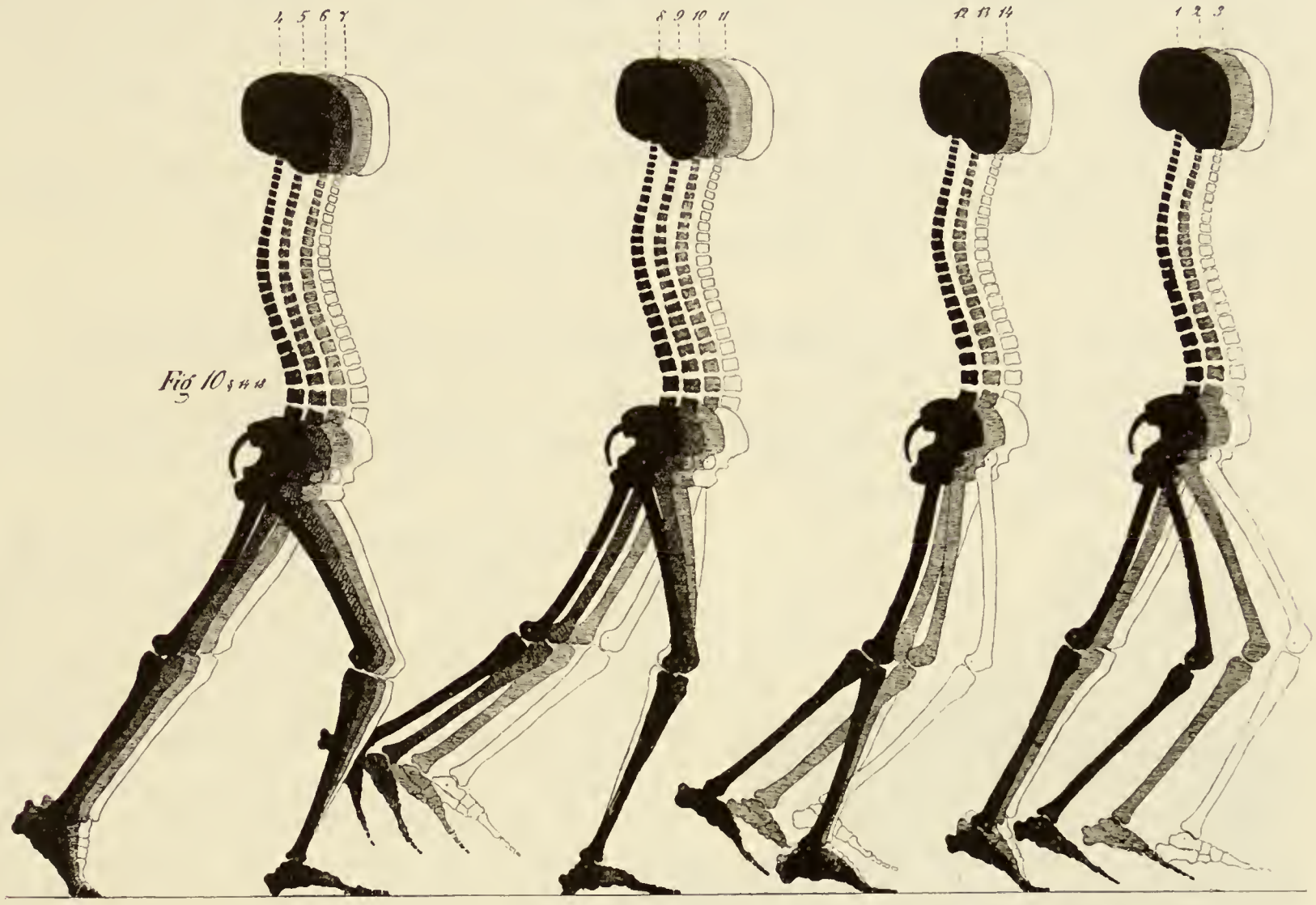


Fig. 382. Schematische Darstellung des menschlichen Ganges aus der „Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge" der Gebrüder Weber. — 4—7: Das hintere Bein ist im Begriff sich vom Boden abzustoßen. 8—11: Das abgestoßene Hangbein beginnt nach vorn zu pendeln. 12—14: Das Stützbein beginnt sich zur Großzehenspitze abzuwickeln, während das Hangbein weiter nach vorne schwingt. 1—3: Das Stützbein hebelt sich weiter vom Boden ab, das Hangbein ist im Begriff den Boden zu erreichen.

Der Fuß, zuerst mit der Ferse aufgesetzt, hat sich also während dieser Bewegungen, d. h. während eines Gangtrittes, bis zur Großzehenspitze, der Spitze des „Schreiterzehen", wie der Großzeh auch genannt wird, „abgewickelt".

Während dieser Bewegungen — Streckung und Vorneigung des Stützbeins — hatte das Hangbein (in Fig. 381 mit punktierten Linien dargestellt) folgende Bewegungen gemacht. In A 1 mit dem Ballen, in A 2 nur noch mit der Großzehenspitze den Boden berührend, hatte es in A 3 mit der weitergehenden Streckung des Stützbeins den Boden verlassen müssen, sich zuvor mit dem Großzeh vom Boden abstoßend. Indem es nun im Kniegelenk sich beugt, und dadurch hinlänglich kurz wird, um, ohne an den Boden zu stoßen, an dem Stützbein vorbei nach vorne gebracht werden zu können, macht es eine Pendelbewegung (B 4 und 5), durch welche sein Fuß gerade soweit vor den Fuß des Stützbeins bewegt wird, als er bisher hinter demselben stand. Hier angelangt, wird der Fuß flach aufgesetzt (A 1 und 2) und

zwar zuerst mit der Ferse; der Schwerpunkt wird zugleich auf das nunmehr zum Stützbein gewordene Bein verlegt, welches, im Knie gebeugt, senkrecht über dem Schwerpunkt steht (A 2).

Damit ist ein Schritt vollendet, und es wiederholt sich dieselbe Reihe von Bewegungen von vorne. —

Die genaueren Kenntnisse der mechanischen Verhältnisse beim menschlichen Gang verdanken wir in erster Linie den klassischen Untersuchungen der Gebrüder Weber „Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge", Göttingen 1836, welchem Werke die beigesetzte Figur 382 in etwas verkleinertem Maßstabe entnommen ist. In der Neuzeit sind es (neben Meyer, Vierordt, Braune, Boegle u. a. in Deutschland) die Arbeiten französischer Gelehrten, vor allem Mareys, welche unter Anwendung neuer Methoden die genaueren Vorgänge beim Gehen klarzulegen suchten. Es ist um so mehr geboten, hierauf des näheren einzugehen, als diese Methoden nicht nur für die Erforschung der Gehbewegung, sondern auch für jede andere Art der Fortbewegung, wie wir beim Lauf, beim Sprung usw. sehen werden, Anwendung finden.

Diese Methoden sind erstens die graphische, namentlich druckmessende Methode; zweitens die photographische, zugleich zeitmessende Methode.

Die graphische Methode und ihre Anwendung.

§ 257. Die graphische Methode und ihre Anwendung.

Die graphische Methode sucht in Form von Kurven die Dauer der einzelnen Bewegungsvorgänge, ihre Aufeinanderfolge, ihren Umfang, und das Maß der aufgewendeten Kräfte darzustellen.

Das druckmessende Schuhwerk.

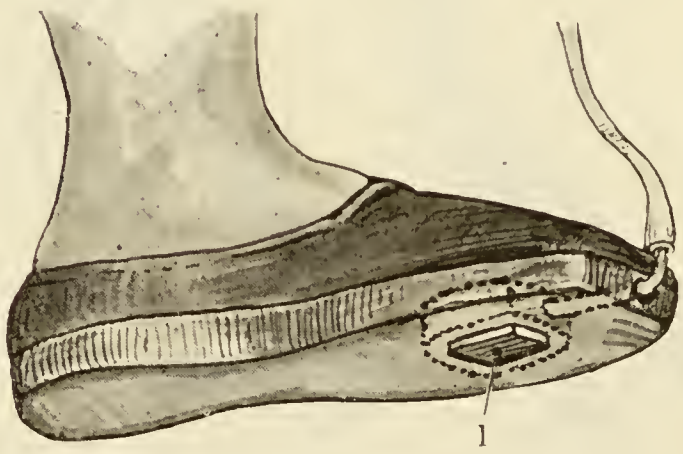


Fig. 383. Mareys dynamographischer Schuh.

Um den Druck, welchen die Füße bei Anstemmen gegen den Boden ausüben, zu messen, erfand Marey das druckmessende oder dynamographische Schuhwerk. In die hohe Sohle eines Schuhs ist eine lufthaltige Kammer eingelassen, welche an der Unterfläche der Sohle mit einer eindrückbaren Platte geschlossen ist. Diese Luftkammer (l Fig. 383) steht durch einen Schlauch in Verbindung mit einer zweiten Luftkammer (L Fig. 385), welche mit einer dünnen Membran geschlossen ist. Wird die Luftkammer des Schuhs durch Druck gegen die Sohlenplatte (also beim Auftreten) zusammengedrückt, so entweicht die Luft derselben durch den Schlauch in die Luftkammer L, und wölbt, da die Luft hier nicht entweichen kann, die dünne

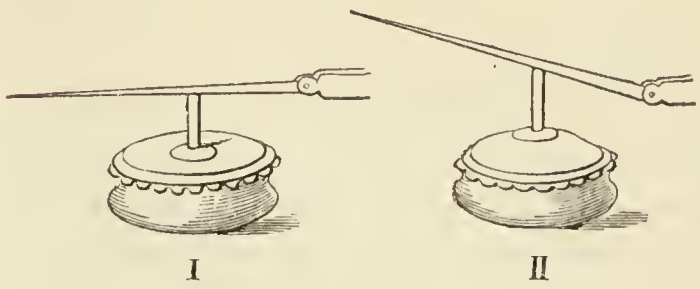


Fig. 383a. Die Luftkammer L. In II ist die schließende Membran in die Höhe gewölbt durch vermehrten Luftdruck, und hebt den Schreibhebel.

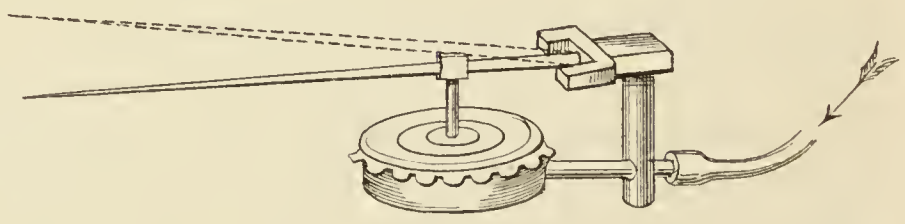


Fig. 384. Luftkammer des Mareyschen Apparates mit zuführendem Schlauch und Schreibhebel.

Schreibvorrichtung des Apparates.

elastische Membran, welche diese Kammer schließt, in die Höhe. Ist nun auf dieser Membran ein kleiner Fortsatz so angebracht, daß derselbe nach oben an einen Schreibhebel (H Fig. 385) stößt, welcher äußerst lose und beweglich ist, so wird dieser

Schreibhebel bei Anwesenheit von Druck und Emporwölben der Membran gehoben, während er bei Abwesenheit von Druck und horizontal stehender Membran wagerecht steht (Fig. 383).

Schreibt nun dieser Schreibhebel seine Bewegungen auf eine Tafel oder auf die Fläche einer rotierenden Trommel (Sr Fig. 385) auf, welche der Hebel mit seiner Spitze leicht berührt, so erhalten wir eine bestimmte Kurve. Die Schreibfläche der Trommel, auf welche die Kurve aufgezeichnet wird, besteht aus weißem Glanzkarton, der schwarz berußt ist. Der berührende Schreibhebel trägt darauf feine weiße Linien ein. Eine solche Vorrichtung haben wir bereits oben, als zur Aufzeichnung der Muskelbewegungen dienend, kennen gelernt.

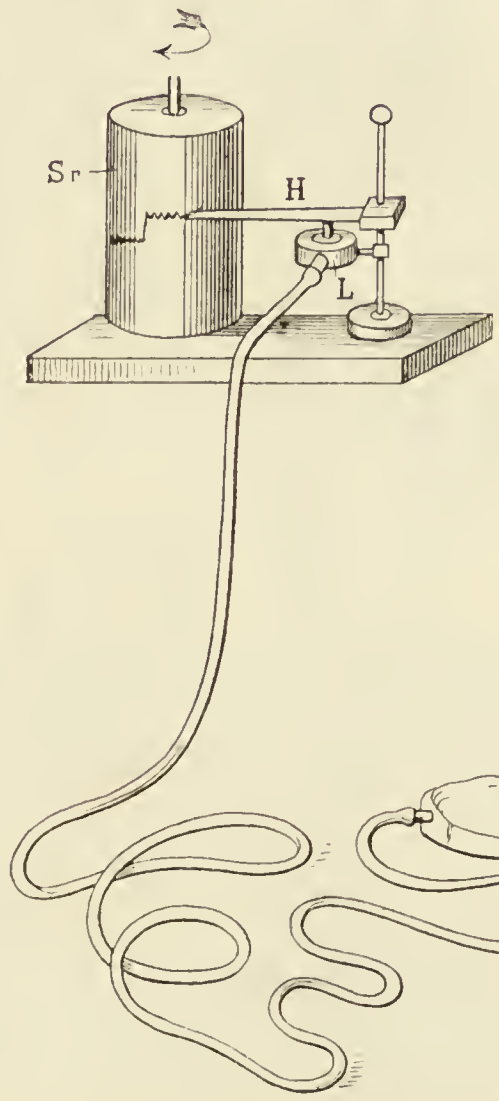


Fig. 385. Druckmessendes Schuhwerk nach Marey mit Registrierapparat. L Luftkammer; H Schreibhebel; Sr rotierende Trommel.

Deutung der Kurve.

Die so gewonnene Kurve giebt uns nun über eine Reihe von Verhältnissen Auskunft. In der nebenstehenden Fig. 386 (nach Carlet) sind die mittelst eines solchen Mareyschen Apparates aufgezeichneten Kurven für den rechten (R) wie für den linken (L) Fuß gleichzeitig beim Gehen aufgenommen. Der tiefste Stand jeder dieser beiden Kurven entspricht einem Druck der = 0 ist, d. h. er giebt die Zeit an, während welcher der betreffende Fuß vom Boden aufgehoben frei in der Luft pendelt. Der höchste Stand der Kurve giebt den höchsten Druck an, welchen der aufgesetzte Fuß des Stützbeins auf den Boden ausübt im Moment des Abstoßens vom Boden. Dieser Druck setzt sich zusammen aus dem Körpergewicht, welches den abstemmenden Fuß belastet, sowie aus der Kraft, mit welcher die Streckmuskeln des Fußes gegen den Boden anstemmen. Da sich leicht ermitteln läßt, wie groß der Ausschlag ist, welchen das Körpergewicht für sich allein mittels der Luftkammern und des Schreibhebels erzielt, nämlich die Teilhöhe a b in der gesamten Kurvenhöhe a c in Fig. 386, so ist auch zu ersehen, ein wie großer Teil der ansteigenden Kurve (und zwar das Stück b c der Höhe a c) auf die Wirkung der Muskelkraft bei jedem Schritt zu rechnen ist. Und da das Gewicht des Körpers nach Kilogrammen bekannt ist, so läßt sich aus dem Verhältnis der auf Körpergewicht und auf Muskeldruck entfallenden Abschnitte der senkrechten Kurvenhöhe annähernd feststellen, nach wie viel Kilogramm der auf den Boden bezw. auf die Sohle wirkende Muskeldruck zu bemessen ist. Man ersieht an den beiden Kurven ferner, daß in dem Zeitpunkt, wo die Kurve des rechten Fußes, R, bei 1 angelangt ist, und gerade den stärksten Druck auf den Boden anzeigt, gleichzeitig die Kurve des linken Fußes, L, die Nulllinie des Druckes ver-

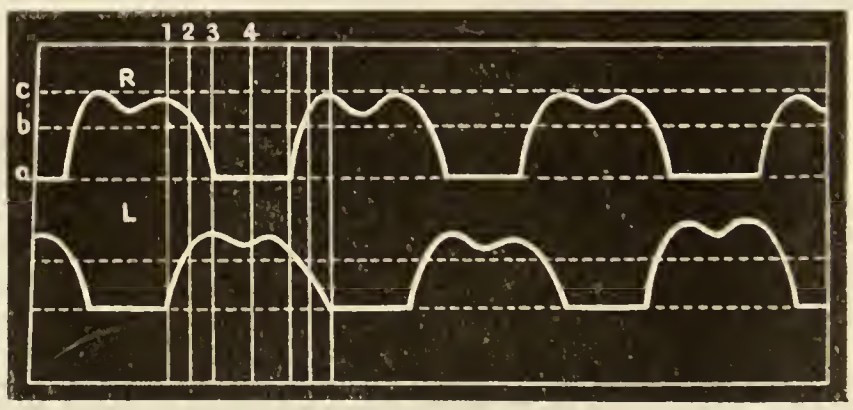


Fig. 386. Druckkurve des Ganges nach Carlet. R Kurve des rechten, L des linken Fußes.

Bestimmung des Muskeldrucks auf den Boden.

Ausdruck der gleichzeitigen Gangbewegungen des rechten und linken Fußes in der Kurve.

läßt, das heißt: der linke Fuß erreicht wieder den Boden mit der Ferse. Und während von 1 bis 3 die Kurve L stark steigenden Druck anzeigt, zum Ausdruck dessen, daß der linke Fuß auf dem Boden sich von der Ferse bis zur Spitze abwickelt, zeigt die Kurve R abnehmenden Druck: der rechte Fuß verläßt den Boden, und zwar in 3, wo die Kurve R die Nulllinie des Druckes erreicht.

Doppelstütz.

Die Zeit aber von 1 bis 3, während welcher der eine Fuß in 1 den Boden erreicht, während der andere sich anschickt ihn zu verlassen, was bei 3 geschehen ist, nennen wir die Zeit des Doppelstützes, also diejenige Zeit beim Gehen, während welcher beide Füße den Boden berühren. Diese Zeit des Doppelstützes wird um so kleiner, je eiliger der Gang ist, d. h. je unmittelbarer die Körperlast von dem einen auf den andern Fuß übertragen wird. Beim schnellsten Eilgang wird sie beinahe = Null.

Zeitmessung.

Zur Zeitmessung brachte Marey mit der auf den Schreibhebel wirkenden Luftkammer noch eine Stimmgabel in Verbindung, welche genau zehnmal in der Minute schwingt. Durch Übertragung ihrer Schwingungen auf die Bewegung des Schreibhebels giebt sie der gewonnenen Kurve eine wellenförmige Gestalt derart, daß jede Welle den Zeitraum von $^1/_{10}$ Sekunde darstellt (s. Kurve Fig. 388). Aus solchen Kurven ist mithin auch die Zeitdauer eines jeden Teils der Bewegung ersichtlich. —

Fig. 387. Ein mit den graphischen Apparaten von Marey ausgestatteter Läufer. Der auf dem Kopfe befindliche Apparat verzeichnet die senkrechten Erhebungen.

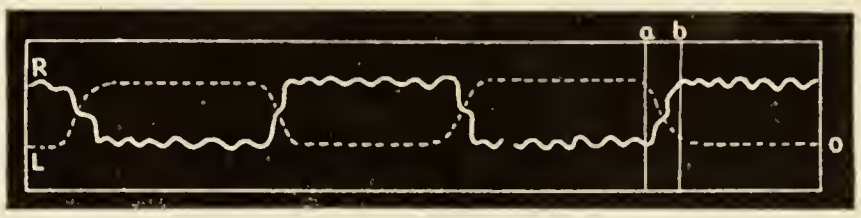


Fig. 388. Druckkurve des Ganges nach Marey mit zeitmessenden Wellenschwingungen. R Kurve des rechten, L des linken Fußes. o Nulllinie des Druckes. a b Doppelstütz.

Darstellung der Bewegungen des Kopfes und des Beckens.

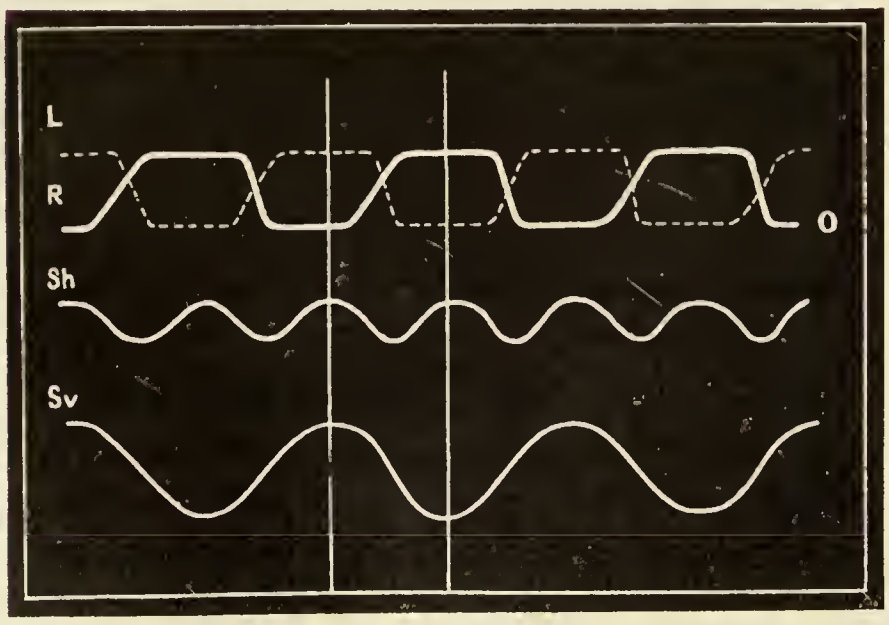


Fig. 389. Druckkurve des Ganges nach Marey mit gleichzeitiger Angabe der senkrechten und der horizontalen (von rechts nach links) Schwankungen des Beckens. R Kurve des rechten, L des linken Fußes. Sh die senkrechten Hebungen oder Schwankungen des Beckens beim Gehen. Sv die Bewegungen des Beckens in wagerechter Richtung.

In ähnlicher Weise wie die Druckwirkungen der Füße lassen sich die in senkrechter Richtung beim Gehen erfolgenden Bewegungen des Kopfes und des Beckens aufzeichnen. Fernerhin die Bewegung des Beckens in wagerechter Richtung. Indem man letztere Kurven unmittelbar mit den Druckkurven der Füße zusammenstellt, erhält man mit einem Blick für jeden Augenblick einer Gang- oder Laufbewegung Rechenschaft über die gleichzeitige Lage dieser Körperteile (vergl. Fig. 389).

§ 258. Die photographische Methode.

Eine wesentliche Ergänzung zu der aufzeichnenden Methode für die Bewegungs- und Druckverhältnisse bei den Fortbewegungen des Körpers bildet die Anwendung der Photographie. Die Möglichkeit, mittels der Augenblicksphotographie nicht nur irgend einen einzelnen Augenblick selbst der flüchtigsten Bewegung klar und scharf im Bilde festzuhalten, sondern auch in einer ganzen Reihe von Bildern hintereinander den Verlauf einer Bewegung in ihren einzelnen Phasen darzustellen, gewährt für die Kenntnis der Bewegungen des menschlichen Körpers unschätzbare Anhaltspunkte und ist zu einem Untersuchungs- und Anschauungsmittel ersten Ranges geworden. Für das Verständnis der verschiedensten Leibesübungen sind solche Reihenbilder, welche einen Bewegungsvorgang von noch nicht einer Minute Dauer z. B. in 20, 24 und noch mehr aufeinander folgenden Augenblicksbildern darstellen und zergliedern, von unersetzlichem Werte. In Deutschland haben auf diesem Gebiete das Hervorragendste geleistet der bekannte Photograph G. Anschütz in Lissa und Berlin, sowie

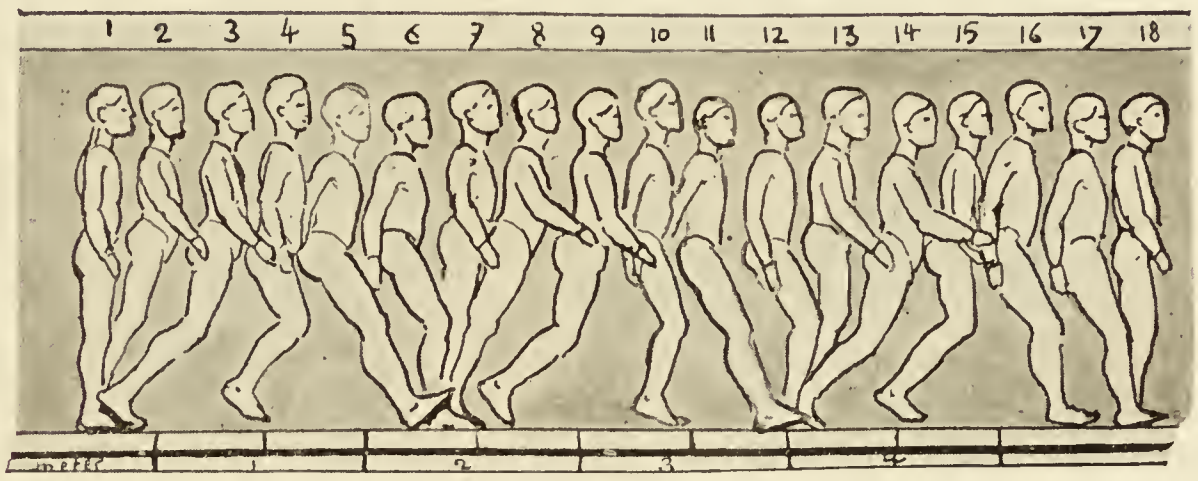


Fig. 390. Die Schwingungen des rechten Beines beim Gehen nach Mareys photographischer Aufnahme. 1 Stütz; 3 Abstoßen; 4 Pendelschwingung; 5 und 6 Erreichen des Bodens mit der Ferse usw.

Prof. Dr. Kohlrausch in Hannover. Die vollendeten Arbeiten des Letzteren sind noch zu wenig bekannt geworden. Einer Anzahl von Reihenaufnahmen nach Kohlrausch und Anschütz werden wir weiter unten noch begegnen.

Mareys Aufnahmen.

In Frankreich ist es der Akademiker Prof. M. Marey, welcher in seinem von der französischen Verwaltung großartig ausgestatteten Institut zu Boulogne-sur-Seine die Augenblicksphotographie auf geniale Weise zum Studium der Physiologie der Bewegungen nutzbar machte. Während Muybridge, Anschütz, Kohlrausch usw. von jedem Augenblick einer Bewegung ein besonderes Bild geben, so daß die ganze Bilderreihe im Schnellseher oder Lebensrad sich zu einem einzigen beweglichen Bild der dargestellten Bewegung wieder vereinigen läßt, versuchte Marey die verschiedenen fortschreitenden Stellungen einer Versuchsperson auf einer Platte zu vereinigen. Er erreichte dies dadurch, daß er seine Versuchspersonen weiß kleidete und, während sie vor einem schwarzen Hintergrund vorbeimarschierten oder liefen usw., hintereinander in ganz kurzen Zwischenräumen so und so oft auf derselben Platte aufnahm. Dadurch daß er ferner bei seiner Versuchsperson das eine Bein schwarz kleidete, so daß es nicht auf der Platte mit erschien, erhielt er, wie in obenstehender Abbildung (Fig. 390), die Bewegungen nur des einen Beins beim Marsche. Die Figur zeigt ferner die Hebungen und Senkungen des Kopfes, sowie des Beckens bei einer Reihe von Marschtritten.

In anderen Fällen kleidete Marey die Versuchsperson ganz schwarz, und nähte weiße Metallstreifen und -punkte an Kopf, Gliedmaßen und Gelenke. So entstanden Darstellungen wie die unten beim Lauf in Fig. 427 gegebene.

Druck des Fußes auf den Boden beim Gehen.

§ 259. Der Druck des Fußes auf den Boden.

Die bewegende Kraft beim Gehen besteht in der Thätigkeit der Streckmuskeln des Schenkels, des Unterschenkels und des Fußes. Die Geraderichtung des gebeugten Beines durch die Streckthätigkeit vollzieht sich unter Stemmen gegen den Boden nach unten und Heben des Körpers nach oben.

Der Umfang der Stemmthätigkeit spricht sich mit aus in der Größe des Druckes auf den Boden.

Der Druck des linken Fußes beginnt, wie die graphische Darstellung zeigt, in dem Augenblick, wo der Druck des rechten Fußes nachzulassen beginnt (2 in Fig. 391), und erreicht seine volle Kraft, wo der Druck des rechten Fußes = null geworden ist (4 in Fig. 391), d. h. wo der rechte Fuß den Boden verlassen hat.

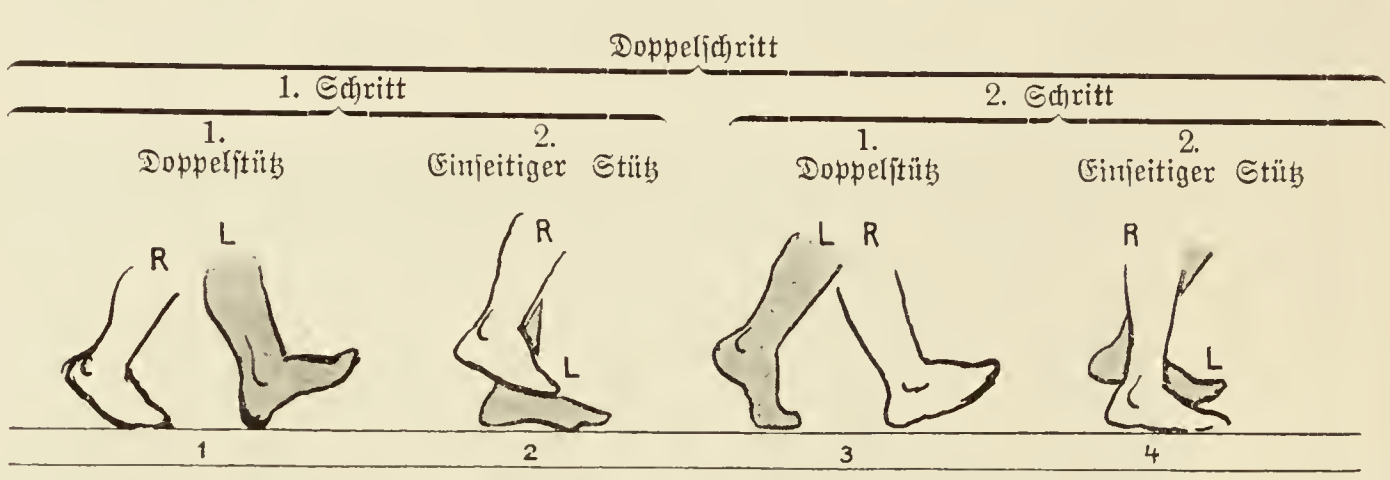


Fig. 391.

Dauer des Aufstützens der Füße. Hinkgang.

Die Stützzeiten des rechten und des linken Fußes haben gleiche Dauer, so daß also der Körper abwechselnd gleichmäßig sein Gewicht von dem einen auf den andern Fuß überträgt. Nur beim Hinkgang sind die Stützzeiten verschieden lang: auf dem einen Fuß verweilt der Körper sehr lange, während die Stützzeit des anderen — z. B. wenn das Auftreten mit diesem Fuße schmerzhaft — nach Möglichkeit abgekürzt wird.

Die Zeit, während welcher der Körper von dem einen Fuß nur noch teilweise getragen wird, während er auf den andern sich eben zu stützen beginnt, wo also Doppelstütz vorhanden ist, beträgt gewöhnlich $^1/_6$ der ganzen Stützzeit.

Doppelstütz.

Größe des Drucks.

Die Größe des Druckes beim Anstemmen gegen dem Boden berechnet sich erstens nach dem Druck des Körpergewichts, zweitens nach dem Überdruck derjenigen Muskelarbeit, welche dem Körper die Bewegungen des Hebens (Schwankung im senkrechten Sinne) und des Fortschreitens mitteilt. Die Größe dieses Drucks geht beim Marsche, nach den Angaben von Carlet, nicht über 20 Kilogramm hinaus, während sie beim Lauf und Sprung weit größer ist. Um die Größe der Kraft in Kilogramm-Metern zu bestimmen, multipliziert man die gesamte Druckgröße mit der senkrechten Ortsveränderung des Hüftgelenks beim Abstemmen.

Einfluß der Bodenbeschaffenheit.

Die Druckkraft kommt aber nur bei festem Boden der Bewegung voll zu gute. Ist der Unterstützungspunkt beweglich, z. B. bei sandigem oder durchweichtem Boden, so geht ein Teil der Muskelkraft für die Fortbewegung ungenützt verloren. Wenn z. B. jemand beim Gehen auf festem Boden den Körper jedesmal beim Abstemmen um 3 cm hebt, so wird er bei nachgiebigem Boden, auf dem der Fuß bei jedem Schritt 2 cm tief einsinkt, mit derselben Muskelkraft die er auf festem Boden brauchte,

den Körper nur um 1 cm heben. $^2/_3$ der Muskelkraft gehen für die Fortbewegung verloren. Dem entspricht die Erfahrung, daß das Gehen im Sand oder auf weichem, kotigen Pfad bedeutend mehr anstrengt und ermüdet, als das Gehen auf fester Landstraße. Bei Berechnung der Arbeitsleistung für Märsche, sowie beim Vergleich von Marschleistungen macht es daher einen großen Unterschied, ob die Wegstrecken festen oder nachgiebigen Boden besaßen. Es muß daher die jedesmalige Beschaffenheit der Wege mit in Betracht gezogen werden.

Die Wirkungen des Anstemmens gegen den Boden äußern sich weiterhin in zweierlei Bewegungen des Körpers, und zwar in senkrechter Erhebung oder Schwankung bei jedem Schritt, und in einer wagerechten Schwankung bei jedem Doppelschritt.

a) Die senkrechte Erhebung bei jedem Schritt gewahrt man schon leicht, wenn man eine geschlossene Schar, z. B. eine Compagnie Soldaten, beim Marsch im gleichen Schritt beobachtet. Man sieht dann, wie im Tempo der Schritte die Masse der Köpfe sich in einem fort wellenförmig hebt und senkt. Senkrechte Erhebung.

Man hat in Kurven sowohl die Schwankungen des Beckens, als Ausdruck der Schwankungen des Schwerpunktes, wie auch die gleichsinnigen Hebungen des Kopfes festgelegt. Diese Kurven zeigen uns, daß sich der Schwerpunkt in der Mitte des Stemmens

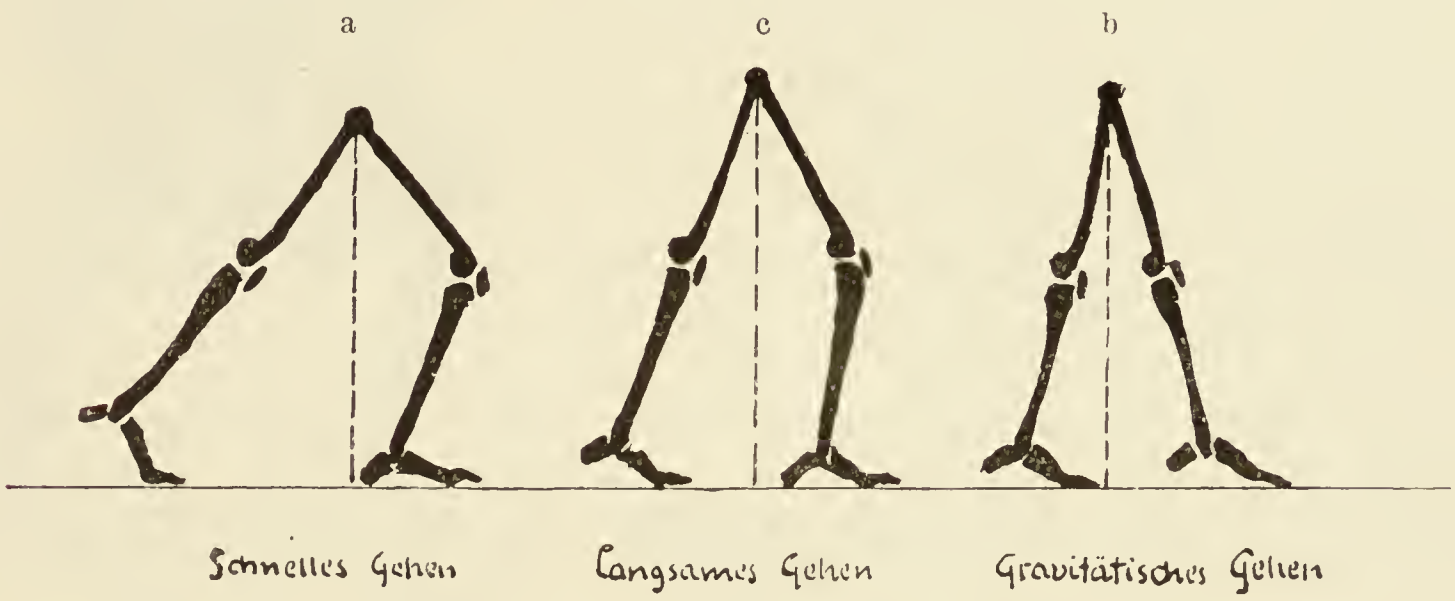


Fig. 392. Tiefere Senkung des Schwerpunktes bei zunehmender Schrittgröße.

oder Stützens eines Fußes hebt, und daß er sich senkt in dem Augenblick, wo das Körpergewicht von dem einen auf den andern Fuß übergeht. Bei kleinen Schritten beträgt die Größe der Erhebung ungefähr 1,4 cm. Sie wächst indes mit der Größe der Schritte, jedoch so, daß nicht etwa die höchsten Punkte der Kurve sich mehr heben, sondern so, daß sich die tiefsten mehr senken. Das hat seinen Grund darin, daß je weiter der Schritt ist, um so mehr die Beine schiefgestellt sind, und um so mehr das Becken, d. h. der Schwerpunkt sich senkt (s. Fig. 392), während die Höhe der Erhebung bei der Streckung sich gleichbleibt, ob der Schritt länger oder kürzer ist.

Dies gilt indes nur für den geraden Gang oder Streckgang mit vollkommener Streckung des Stützbeins. Beim Marsch mit gebeugten Knieen, dem Beugegang, bleibt dagegen, wie unten noch gezeigt werden soll, trotz der großen Schritte, die senkrechte Erhebung eine geringere und stets geringer als bei gestrecktem Gang mit annähernd gleich großen Schritten.

b) Die wagerechten Schwankungen des Körpers von rechts nach links und von links nach rechts sind zweimal weniger zahlreich als die senkrechten Erhebungen, d. h. auf eine wagerechte Schwankung kommen zwei senkrechte. Im Augenblick, wo der rechte Fuß stemmt, fühlt sich der Körper nach rechts hingetragen, und nach links hin, wenn die Höhe der Stemmbewegung des linken Fußes vorhanden ist (Fig. 393). Wagerechte Schwankungen.

Diese seitlichen Schwankungen beim Gehen sind bei den verschiedenen Personen sehr verschieden, bei manchen sehr ausgesprochen — wackelnder oder watschelnder Gang —, bei andern weniger — gerader, selbst steifer Gang. Mit dieser Schwankung von rechts nach links ist, den Bewegungen des Beckens (s. Fig. 394) folgend, auch eine Rumpfdrehung verbunden, welche ebenfalls bei verschiedenen Personen verschieden stark ist und der Gangart eines jeden ein besonderes Gepräge zu geben vermag. Wir nennen die Gewohnheit, beim Gehen den Rumpf stark zu drehen: Gang mit Wiegen in den Hüften.

Rumpfdrehen.

Schwingungen der oberen Gliedmaßen.

c) Anzufügen sind hier noch die Schwingungen der oberen Gliedmaßen beim Gehen. Die Arme machen im entgegengesetzten Sinne zu den Bewegungen der Beine beim Gehen Pendelschwingungen in der Richtung von vorn nach hinten. Diese Schwingungen helfen den Schwerpunkt des Körpers vom Stützbein auf das Hangbein verlegen. Nur beim athletischen Schnellgehen werden die Arme gleichsinnig mit den ausschreitenden Beinen nach vorn bewegt.

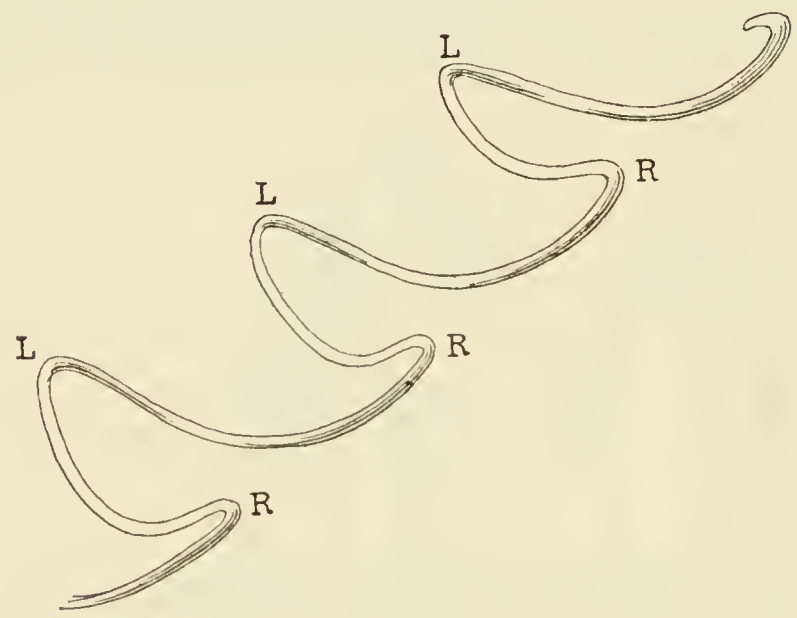


Fig. 393. Die Linie, welche das Becken durch seine wagerechten Schwankungen beschreibt. R rechts; L links. Nach Marey.

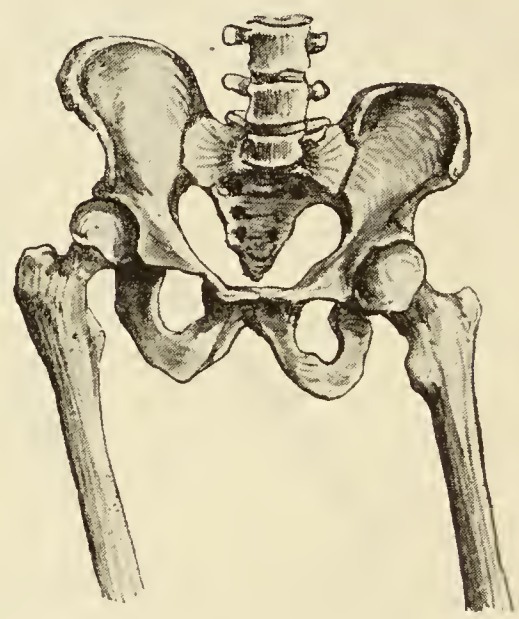


Fig. 394. Becken in Bewegung beim Gehen. Das rechte Bein in Stütz, das linke nach vorwärts pendelnd. Nach Tissié.

Vorwärtsbewegung des Körpers.

Was endlich die Vorwärtsbewegung des Körpers betrifft, so ist dieselbe beim Gehen zwar eine andauernde, aber keine gleichmäßige. Sie ist in der ersten Hälfte eines Schrittes — also nachdem ein Fuß angefangen hat, aufzustemmen — kleiner als in der zweiten Hälfte des Schrittes. Entsprechend dem Anwachsen des Druckes auf den Boden, der kurz vor dem Abstoßen am Ende des Stützes am größten ist, wächst auch die Geschwindigkeit, welche dem Körper mitgeteilt wird. — Den unmittelbaren Beweis liefern die mit dem Marey'schen Apparat in Verbindung mit zeitmessender schwingender Stimmgabel gewonnenen Kurven. Während auf die erste Hälfte des Schrittes 4 Schwingungen entfallen (0,4 Sek.), entfallen auf die zweite nur $2^1/_2$ Schwingungen (0,25 Sek.).

§ 260. Das Verhältnis von Schrittlänge und Schrittdauer.

Verhältnis von Schrittlänge und Schrittdauer.

Das Verhältnis von Schrittlänge und Schrittdauer regelt sich im wesentlichen nach den Pendelgesetzen. Schon früher war bei Beschreibung des Hüftgelenks (§ 54) gezeigt worden, daß das schwebende Bein durch den äußeren Luftdruck im Hüftgelenk vollkommen im Gleichgewicht getragen wird, so daß der Schenkel bei seinen Bewegungen wie ein Pendel ohne Reibung schwingt. Das gilt indes nur für das natürliche Gehen, nicht für den Kunstschritt.

Pendelschwingung im Hüftgelenk.

Vollkommen ohne Muskelkraft schwingt allerdings das Hangbein überhaupt nie. Zu Beginn der Schwingung des vom Boden gelösten Hangbeines nach vorn erhält dasselbe durch die Beuger des Oberschenkels — Lenden-Hüftbeinmuskel und Spanner der Schenkelbinde — einen kleinen Ruck nach vorne. Beim weitschrittigen Marsch, und namentlich beim Paradeschritt, wo die Beine „herausgebracht" werden müssen, ist der Anteil, welchen die Muskelarbeit der Beuger an der Schwingung nach vorne hat, ein besonders beträchtlicher. Aber auch beim gewöhnlichen Gang fällt er derart ins Gewicht, daß Lähmung jener Beugenmuskeln das Vorschreiten unmöglich macht (Duchenne). Muskelarbeit beim Schwingen d. Hangbeins.

Je tiefer die Schenkelköpfe getragen werden, d. h. je tiefer der Schwerpunkt gesenkt wird, eine um so geneigtere Lage erhält das stemmende oder Stützbein, um so größer ist die Beschleunigung in der Vorwärtsbewegung des Körpers, um so eher gelangt der Schwerpunkt senkrecht über die Stützfläche des stemmenden Beins, um so kleiner oder flüchtiger wird der Doppelstütz, und um so weniger übertrifft die Dauer eines Schrittes die Hälfte der Dauer einer Schwingung des Beins. Der Doppelstütz wird deshalb flüchtiger, weil das abstemmende Bein, sobald das vorn aufgesetzte mit der Ferse den Boden erreicht, aufs schnellste den Boden verlassen und, durch die Schwere getrieben, nach vorn schwingen muß, um noch zeitig den vorwärts getragenen Rumpf zu erreichen und ihm Stütz gegen das Vorwärtsfallen zu bieten. Einfluß des Standes der Schenkelköpfe.

Die Schrittweite kann nie größer sein als die halbe Spannweite beider Beine. —

Nach dem Pendelgesetz müssen große Schritte bei ein und derselben Person von kürzerer Dauer sein als kleine Schritte. Wer also beim natürlichen Gehen größere Schritte macht durch Vornüberlegen des Rumpfes, macht gleichzeitig auch schnellere Schritte, kommt also in doppeltem Sinne schneller vorwärts. Es besteht für den natürlichen Gang bei ein und derselben Person zwischen Schrittdauer und Schrittlänge ein bestimmtes Verhältnis derart, daß bei abnehmender Schrittlänge die Schrittdauer zunimmt, und umgekehrt bei zunehmender Schrittlänge die Schrittdauer geringer wird. Große und kleine Schritte bei derselben Person.

Dies Gesetz läßt sich mathematisch beweisen, die Gebrüder Weber fanden es aber auch durch Versuche direkt bestätigt. Sie erhielten für den natürlichen Gang bei einer Versuchsperson u. a. folgende Ziffern: Versuche der Gebrüder Weber.

Schrittlänge:	Schrittdauer:	Geschwindigkeit in der Sekunde:	Das wäre 1 Kilometer in:
0,851 m	0,335 Sekd.	2,397 m	6 Min. 58 Sekd.
0,835 „	0,394 „	2,119 „	7 „ 51 „
0,804 „	0,417 „	1,746 „	9 „ 32 „
0,762 „	0,507 „	1,503 „	11 „ 4 „
0,668 „	0,604 „	1,106 „	15 „ 4 „
0,595 „	0,726 „	0,819 „	20 „ 21 „
0,543 „	0,846 „	0,627 „	26 „ 34 „

Bei laut angegebenem Takte — laut zählen, Musik usw. — fallen nach den Beobachtungen der Gebrüder Weber die Schritte im Verhältnis zur Schrittdauer etwas länger aus als bei ganz freiem natürlichen Gange, eine Beobachtung, welche für die Übung des Taktgehens nicht ohne Interesse ist. Es wurden über das Abgehen einer Strecke von 43,43 Metern bei lautem Taktzählen durch dieselbe Versuchsperson folgende Ziffern erhalten: Verlängerung der Schritte durch lautes Taktgeben.

Schrittlänge:	Schrittdauer:	Geschwindigkeit in der Sekunde:	Schrittzahl:	Zeit:
0,881 m	0,436 Sekd.	2,020 m	49,3	21,50 Sekd.
0,831 „	0,519 „	1,598 „	52,3	27,17 „
0,794 „	0,592 „	1,342 „	54,7	32,35 „
0,704 „	0,706 „	0,997 „	61,7	43,57 „
0,631 „	0,801 „	0,798 „	68,8	55,08 „

So bestehen also für ein und dieselbe Person, je nachdem der natürliche unbefangene Alltagsgang langsamer oder schneller erfolgt, bestimmte Verhältnisse zwischen Größe und Dauer der einzelnen Schritte.

Verhältnisse bei verschiedener Körpergröße.

Bei verschiedenen Menschen, die mit gleicher Geschwindigkeit gehen, steht nach dem Pendelgesetz die Schrittgröße eines jeden im geraden Verhältnis zur Körpergröße oder vielmehr zur Beinlänge. Lange Pendel schwingen langsamer, kurze schneller (im geraden Verhältnis zu den Quadratwurzeln aus den Pendellängen). Es brauchen daher kleine Menschen kurze Schritte, große längere, um dieselbe Wegstrecke in derselben Zeit zurückzulegen; kleine Menschen machen hurtige, größere mehr gewichtige Bewegungen beim Gang. Für die Vorschriften, wonach Abteilungen von Leuten verschiedener Körpergröße im Gleichtakt mit gleicher Schrittgeschwindigkeit und gleicher Schrittlänge marschieren sollen, müssen Mittelwerte hinsichtlich der Schrittlänge und Schrittdauer gesucht werden, welche weder die kleineren Leute zu übermäßig großen und ermüdenden Schritten zwingen, noch den großgewachsenen Leuten ein überhastetes kleinschrittiges und daher unbequemes Gehen auferlegen.

Militärische Vorschriften.

Da die Durchschnittsmaße der Truppen bei den verschiedenen Völkern verschieden, so tragen auch die Marschvorschriften dem in etwa Rechnung.

Man rechnet durchschnittlich:

Körperlänge:	Beinlänge:	Fußlänge:	Schrittgröße bei einem Schrittwinkel von		
			50^0	55^0	$57{,}5^0$
1,6 m	0,802 m	0,241 m	0,695 m	0,708 m	0,748 m
1,628 „	0,833 „	0,244 „	0,703 „	0,717 „	0,763 „
1,652 „	0,845 „	0,249 „	0,713 „	0,726 „	0,776 „
1,675 „	0,857 „	0,253 „	0,725 „	0,740 „	0,791 „
1,697 „	0,869 „	0,257 „	0,739 „	0,753 „	0,805 „
1,750 „	0,877 „	0,264 „	0,760 „	0,774 „	0,819 „

Bei der deutschen Armee sind die Vorschriften folgende:

	Schrittlänge:	Schritte in der Minute:	d. i. Schrittdauer:	1 Kilometer in:
1. Gewöhnlicher Marsch	0,80 m	114	0,526 Sekd.	10 Min. 57 Sekd.
2. Sturmmarsch	0,80 „	120	0,500 „	10 „ 25 „
Bei der englischen Armee:				
1. Langsamer Marschschritt:	0,75 „	75	0,80 „	16 „ 40 „
2. Schneller Schritt:	0,75 „	116	0,578 „	11 „ 27 „
3. Ausschreiten:	0,82 „	110	0,545 „	11 „ 5 „
4. Laufschritt:	0,9 „	165	0,363 „	6 „ 57 „

Bei der französischen Armee (da die Leute durchschnittlich kleiner, ist auch die Schrittlänge geringer genommen) waren früher in Gebrauch:

	Schrittlänge:	Schritte in der Minute:	Schrittdauer:	1 Kilometer in:
1. Reiseschritt (Marschschritt):	0,66 m	90	0,666	16 Min. 50 Sekd.
2. Geschwindschritt:	0,66 „	110	0,545	13 „ 46 „
3. Eilschritt:	0,75 „	120	0,50	11 „ 6 „
4. Turnschritt (Pas gymnastique):	0,83 „	165	0,363	7 „ 18 „

Die französische Armee hatte die Vorschrift, den Marsch mit dem Reiseschritt von 90 Schritten in der Minute zu beginnen — in der richtigen Erkenntnis, daß

man bei einem längeren Marsch nicht mit starker Geschwindigkeit beginnen, sondern sich im langsameren Zeitmaß erst einlaufen soll. Das Zeitmaß wird dann allmählich beschleunigt bis zu 110 und endlich bis zu 120 Schritt (Eilschritt). In der letzten halben Stunde wird die Geschwindigkeit wieder etwas gemäßigt und auf 100 Schritt in der Minute zurückgegangen.

Neuerdings hat man in Frankreich einen Eilmarsch versucht, welcher nach theoretischen Feststellungen und Versuchen Mareys und seiner Schüler im Verhältnis zur Schnelligkeit des Marsches den geringsten Aufwand von Muskelanstrengung verlangen und am wenigsten ermüden soll. Dieser Schnellmarsch hat folgende Vorschriften:

Schrittlänge:	Zahl der Schritte in d. Minute:	Schrittdauer;	1 Kilometer zurückgelegt in:
0,76 m	150	0,40 Sekd.	8 Min. 46 Sekd.

Über die Versuche mit dem Marsch „en flexion", dem Beugegang oder Beugemarsch, soll unten noch berichtet werden.

§ 261. Arbeitsaufwand und Arbeitseffekt beim Gehen.

Arbeitsaufwand und Arbeitseffekt beim Gehen.

Den Arbeitsaufwand beim Gehen genau festzustellen ist nur annähernd möglich. Die angegebenen Ziffern französischer Forscher haben nur einen Schätzungswert.

Der Arbeitsaufwand der Muskulatur setzt sich zusammen aus folgenden Einzelwerten:

Senkrechte Hebung.

1. Die senkrechte Hebung des Körpers bei jedem Schritt. Dieselbe ist, wie wir gesehen haben, im allgemeinen verschieden je nach der Größe der Schritte. Der Beugemarsch macht eine Ausnahme. Nehmen wir die senkrechte Erhebung bei einem mittelgroßen Schritte mit 4 cm oder 0,04 m an (die Gebrüder Weber maßen 0,32 m), so wäre bei einem Körpergewicht von 75 Kilo der dafür zu leistende Arbeitsaufwand bei jedem Schritt:

$$75 \times 0{,}04 = 3 \text{ kg-M.}$$

Horizontale Fortbewegung.

2. Die horizontale Fortbewegung. Man hat dieselbe für eine Marschbewegung von 140 Schritten in der Minute berechnet auf **6,1** kg-M für jeden Schritt, immer ein Körpergewicht von 75 Kilo angenommen. Diese Ziffer dürfte wohl zu hoch sein.

Schwingungen der Beine.

3. Die Schwingungen der Beine, welche, wie oben bemerkt, keine reinen Pendelschwingungen sind, sondern auf jedesmaligen leichten Anstoß durch die Schenkelbeuger erfolgen.

Diese Arbeit ist mit **0,3** kg-M auf den Schritt berechnet worden. —

Die weiteren Bewegungen — Drehung des Beckens und des Rumpfes und Schwingungen der Arme — können als zu geringfügig hinsichtlich des Arbeitswertes außer Rechnung bleiben.

Gesamtarbeit.

Somit wäre die Gesamtarbeit bei einem Schritte eines Mannes von 75 Kilo Gewicht, und bei einer Gehgeschwindigkeit von 140 Schritten in der Minute auf

$$3 + 6{,}1 + 0{,}3 = 9{,}4 \text{ kg-M}$$

zu berechnen, und die Gesamtarbeit in der Minute betrüge

$$9{,}4 \times 140 = 1316 \text{ kg-M.}$$

Diese Arbeitsgröße wechselt außerordentlich mit der Geschwindigkeit.

Demeny berechnete für einen langsameren Gang von 80 Schritten in der Minute bei ebenfalls 75 Kilo Körpergewicht auf den Schritt:

Senkrechte Erhebung	6,2	kg-M
Horizontale Fortbewegung	2,5	„
Schwingung der Beine	0,3	„
	9,0	„

Das machte für die Minute eine Arbeit von $9 \times 80 = 720$ kg-M.

Derselbe Mann von 75 Kilo Körpergewicht würde bei einem Geschwindmarsch von 180 Schritten in der Minute

$$180 \times 17{,}5 = 3150 \text{ kg-M}$$ leisten.

Die höhere Ziffer 17,5 für die Gesamtarbeit bei jedem Schritt ergiebt sich daher, daß bei schnellerem Schritt alle drei Berechnungswerte wachsen: es wird viel größer die horizontale Fortbewegung, und demgemäß der nötige Arbeitsaufwand; es wächst langsam der Umfang der vertikalen Erhebung beim Abstemmen (Ausnahme macht der Beugemarsch); es wächst regelmäßig mit Beschleunigung der Schritte die Arbeit der Schwingung der Beine.

Günstigste Ausnützung der Muskelarbeit zu schnellem Fortkommen.

Versuche, welche im Mareyschen Institut mit einem Manne vorgenommen wurden, um die günstigste Ausnutzung der Muskelarbeit zwecks schnellsten Fortkommens zu ermitteln, hatten folgendes Ergebnis:

Schnellmarsch über eine Strecke von 1542 Meter:

Schritte in der Minute:	Schrittlänge in Metern:	Es wurden Schritte gebraucht:	Es wurden Sekunden gebraucht:
120	0,675	2291	1230
130	0,685	2258	1120
140	0,725	2133	987
150	**0,760**	**2035**	878
160	**0,750**	2062	**837**
170	0,730	2119	**783**
180	0,66	2343	841

Daraus würde sich ergeben, daß eine gleichzeitige Steigerung der Schrittzahl und der Schrittlänge für den natürlichen Eilgang in aufrechter Haltung nur bis zu einer gewissen Schrittlänge möglich ist. Bei weiterer Steigerung der Schnelligkeit verkürzt sich der Schritt wieder, da immer weniger Zeit vorhanden ist, um die Vorwärtsschwingung des Beines eine ausgiebige werden zu lassen. Nach obiger Übersicht würden für den Eilgang bei einer Marschschnelligkeit von 150—160 Schritt in der Minute die größte Schrittlänge: 0,75—0,76 Meter sich erreichen lassen, und demgemäß dieses Tempo das geeignetste sein, um eine gegebene Strecke möglichst schnell und mit möglichst geringem Kraftaufwand zurücklegen zu können, während die absolut größtmögliche Schnelligkeit mit einem Zeitmaß von 170 Schritten in der Minute erzielt wäre. Nur daß in letzterem Falle die Schrittlänge schon wieder kleiner, die Zahl der nötigen Schritte für eine bestimmte Strecke schon wieder größer, die ganze Gangart also viel ermüdender wäre.

Ausdrücklich sei darauf hingewiesen, daß man sich viel größere Schrittweiten und eine viel größere Schrittzahl anüben kann, aber — abgesehen wieder vom Beugemarsch — nur mit entsprechend größerem Arbeitsaufwand.

Arbeitssummen beim Marsch.

Jedenfalls sind mit dem Gehen und Marschieren auf der Ebene außerordentliche Arbeitssummen zu erreichen. Die mitgeteilten Werte französischer Forscher erweisen

sich aber als reichlich hoch gegriffen, sobald man die Arbeitsmengen für einen längeren Marsch bis zu 25 Kilometer danach berechnet. Es waren oben Angaben für einen langsamen, schnellen und sehr schnellen angreifenden Marsch mitgeteilt, das Körpergewicht unbelastet jedesmal zu 75 kg angenommen.

	Schritt in der Min.:	Arbeitsleistung nach Kg-M in 1 M.:	in 1 St.:	Schrittlänge:	Zurückgelegte Kilometer in 1 Stunde:	Arbeitsleistung für 25 Kilometer Weglänge:	25 Kilometer zurückgelegt in:
1. Langsamer Gang:	80	720	43200	0,75 m	3,6	289520 kg-M	6 St. 56 Min.
2. Schnellschritt:	140	1316	78960	0,72 m	6,04	326368 „	4 „ 8 „
3. Schnellster Marsch:	180	3150	189000	0,66 m	7,128	661500 „	3 „ 30 „

Eine andere Berechnung hat Weisbach angestellt. Er setzt für den natürlichen Gang den beim Ausschreiten auf einer ebenen Strecke S gemachten Arbeitsaufwand gleich dem Arbeitsaufwand beim Steigen auf die Höhe $^1/_{12}$ S. Ein Mann von 65 kg Gewicht würde also, über einen Kilometer gehend, dieselbe Arbeitsleistung vollbracht haben, als ob er $^1/_{12}$ Kilometer = 83,3 m senkrecht hoch gestiegen wäre, d. h. sein Körpergewicht 83,3 m hoch getragen habe.

Das wäre also für 1 Kilometer: 83,3 × 75 = 6289,15 kg-M
„ 25 „ 6289,15 × 25 = 157228 „
„ 50 „ 6289,15 × 50 = 314457 „

Hildebrand endlich gab folgende Berechnung:

Mann von 75 kg Gewicht, Beinlänge 88 cm

1.
Gewöhnlicher Geschäftsschritt:
80 cm Schrittlänge,
120 Schritt in der Minute,
1 km in 10 Minuten 24 Sekunden.

2.
Langsamer Promenadenschritt:
48 cm Schrittlänge,
60 Schritt in der Minute.
1 km in 34 Minuten 43 Sekunden.

Arbeit in kg-M.

für den Schritt	7,215	für den Schritt	4,33
„ die Sekunde	14,43	„ die Sekunde	
„ eine Stunde	51948	„ eine Stunde	15588
„ ein Kilometer	9018,75	„ ein Kilometer	9027,1
„ eine Meile (= 7,5 Kilometer)	67640,5	„ eine Meile (= 7,5 Kilometer)	67703,25
„ 5 Meilen (= 37,5 Kilometer)	338202,5	„ 5 Meilen (= 37,5 Kilometer)	338516,25

§ 262. Die Befähigung des Körpers zu Dauerleistungen in den verschiedenen Fortbewegungsarten.

Befähigung des Körpers zu Dauerleistungen in den verschiedenen Fortbewegungsarten.

Mögen die mitgeteilten Berechnungen über die Arbeitsleistungen beim Gehen auch noch so unsicher sein: das steht nach alledem fest, daß mittels der Bewegung des Gehens der Körper mit Leichtigkeit und ohne nennenswerte Ermüdung Arbeitsmengen zu leisten vermag, welche in wenigen Stunden die Höchstsumme dessen erreichen, was der menschlichen Bewegungsmaschine an mechanischer Arbeit während eines Tages zu verrichten überhaupt möglich ist.

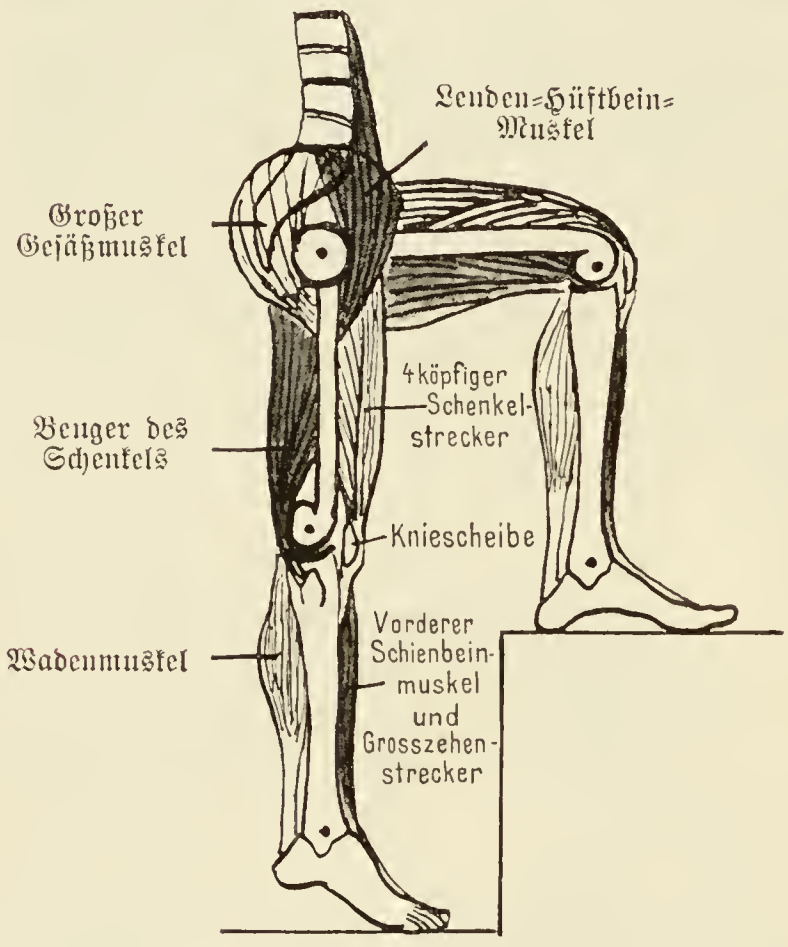
In dieser Arbeitssumme, welche ihrerseits entsprechende Stoffumsetzungen in den arbeitender Muskelmassen bedingt, liegt zuvörderst der Übungswert des Gehens und Marschierens nicht nur, sondern auch anderer in rhythmischem Gleichtakt erfolgenden Fortbewegungsarten des Körpers, wie Steigen, Laufen, Rudern, Radfahren, Schwimmen.

Die Ursachen, welche bei derartigen Dauer- und Schnelligkeitsbewegungen die Anhäufung großer Arbeitsmengen ohne vorzeitige Ermüdung gestatten, sind folgende:

Verteilung der Arbeit auf zahlreiche große Muskeln.

1. Die Arbeit ist auf zahlreiche, und zwar die mächtigsten Muskeln des Körpers verteilt. Die der Bewegung der unteren Gliedmaßen dienenden Muskeln machen allein schon 56 % der Gesamtmuskulatur aus. Keiner der beanspruchten Muskeln wird zu einer Höchstleistung vermocht, sondern jedesmal nur zu einer geringen oder mittleren Leistung. Erst die Summierung ergiebt den beträchtlichen Arbeitsaufwand.

Rhythmischer Wechsel von Arbeit und Erschlaffung.



Lage der Beuge- und der Streckmuskeln der Beine.

Fig. 395. Lage der Beuge- und Streckmuskeln der Beine.

2. Alle diese Bewegungsarten haben das gemeinsam, daß sie in rhythmischem Gange erfolgen, und daß die nötige Muskelarbeit für jeden beteiligten Muskel in stetem Wechsel von Arbeit und Erschlaffung vor sich geht. Während der Erschlaffung ist immer wieder Gelegenheit geboten, daß die Ermüdungsstoffe aus dem betreffenden Muskel weggeschwemmt werden.

3. Die Beuge- und Streckmuskeln der Beine arbeiten vermöge ihrer anatomischen Lagerung um die Gelenke unter besonders günstigen Verhältnissen insofern, als jede Bewegung zugleich schon die bei der nächstfolgenden entgegengesetzten Bewegung in Thätigkeit tretenden Muskeln spannt oder dehnt. Die Beugung holt zugleich aus für die nachfolgende Streckung, die Streckung für die Beugung. Für das Hüftgelenk liegen die Strecker hinten (Gesäßmuskeln), die Beuger (Lenden-Hüftbeinmuskel) vorn; für das Kniegelenk liegt umgekehrt der mächtige vierköpfige Strecker vorn, die Beugergruppe hinten; für das Sprunggelenk liegt der Strecker — der Wadenmuskel — hinten, liegen die entgegengesetzt wirkenden, vorderer Schienbeinmuskel, sowie der große Zehen- und der Großzehenstrecker (letztere Muskeln strecken die Zehen, aber beugen den Fuß als Ganzes) vorne. Dementsprechend liegt der Beugungswinkel des Hüftgelenks nach vorne, der des Kniegelenks nach hinten, der des Fußgelenks wieder nach vorne offen.

Bei jeder Beugung in den Gelenken werden die Streckmuskeln gedehnt, bei jeder Streckung die Beuger, und zwar um so stärker, je ausgiebiger diese Bewegungen erfolgen. Diese Einrichtung ist für den leichten und glatten Vollzug des Fortbewegungsmechanismus der Beine von außerordentlicher Bedeutung.

Geübtsein der Beinmuskeln.

4. Die Fortbewegung des Körpers wird meist schon im Alltagsleben so reichlich ausgeübt, und beinahe unbemerkt wird täglich eine so reichliche Arbeitssumme den Bein- und Beckenmuskeln zu leisten zugemutet, daß die Muskulatur der Beine sich stets mehr oder weniger im Zustande des Trainiertseins befindet und für

Dauerarbeit durchgeübt ist. Die Beinmuskeln arbeiten daher mit sparsamem Stoffaufwand und sind weniger bei Dauerarbeit ermüdbar als etwa die Schulter- und Armmuskulatur, falls letztere nicht durch handwerksmäßige regelmäßige Bethätigung ebenfalls auf Dauerleistungen eingewöhnt ist. Daß die Muskulatur der Beine, selbst wenn sie zu außerordentlichen Dauerleistungen befähigt ist, darum nicht überstark an Masse entwickelt zu sein braucht, ist oben, bei Besprechung der Erscheinungen am durchgeübten und trainierten Muskel (§ 79) schon näher ausgeführt.

Automatie bei der Fortbewegung.

5. Die rhythmisch erfolgenden Muskelzusammenziehungen bei den Fortbewegungsarten des Körpers erfordern dann, wenn nicht in besonders gewollter Weise die gewohnten Fortbewegungsakte jedesmal künstliche Abänderungen erfahren, oder sonstige Umstände stetig die Aufmerksamkeit mit den Fortbewegungen verknüpfen, ein äußerst geringes Maß von Nervenarbeit, denn sie erfolgen halbautomatisch. Je geringer aber die Nervenarbeit, und je mehr die Nervenermüdung ausgeschlossen ist, um so weniger wird auch die Muskelarbeit den Gesetzen der Ermüdung unterworfen sein, und um so mehr wird die Muskulatur zu Dauerleistungen fähig.

§ 263. Einwirkung des Marsches auf Atmung und Herzschlag.

Einwirkung des Marsches auf Atmung und Herzschlag.

Steigerung der Atemgröße.

Der englische Physiologe E. Smith stellte (s. die genauere Tabelle § 145) fest, daß die Atemgröße beim Gehen und Marschieren um das Mehrfache gegenüber der Atemgröße in der Ruhelage anwächst. Sie beträgt bei langsamem Gang schon fast das doppelte, bei mäßigem Wanderschritt (4,8 Kilometer) schon das vierfache, bei strammem Marsch und Eilschritt (6,4—9,6 Kilometer in der Stunde) schon das sieben- bis neunfache. Diese Steigerung der Atmung ist um deswillen so bedeutsam, gegenüber einer ganz kurz vorübergehenden Steigerung der Atmung etwa nach einer Gerätübung, weil schneller Gang und damit entsprechende Atemsteigerung anhaltend lange Zeit, mehrere Stunden hindurch hintereinander innegehalten werden können. Eine solche Mehrleistung der Lungen hinsichtlich der Menge der ein- und ausgeatmeten Luft in einer nach Stunden zählenden Zeit kann auf keinem andern Wege als durch solche Dauerleistungen erzielt werden. Es ist zwar möglich, durch willkürlich gesteigerte und vertiefte Atembewegungen, unter Anspannung auch der Hilfsmuskeln der Atmung den Atemumfang zu vergrößern. Indes nur auf kurze Zeit. Die Ermüdung der Atemmuskeln macht dem bald ein Ende.

Die Atemsteigerung dagegen, welche mit umfangreicher Muskelarbeit verknüpft ist, ist auch hier wieder deshalb den gewöhnlichen Ermüdungserscheinungen nicht unterworfen, weil sie unwillkürlich erfolgt, und den willkürlichen Nervenapparat nicht benötigt.

Selbstregulierung der Atmung.

Die Selbstregulierung der Atemthätigkeit paßt den Umfang der Atmung dem Atembedürfnis an. Es gilt namentlich die infolge umfangreicher Muskelarbeit weit über die Norm steigende Kohlensäuremenge durch die Atmung zu entfernen, es gilt aber auch mehr Sauerstoff dem Blute zuzuführen. Ob diese selbstthätige Atemsteigerung unmittelbar durch die Einwirkung des mit Kohlensäure überladenen Blutes auf das Zentrum der Atembewegungen zu stande kommt, wie man früher meist annahm, oder ob, wie neuerdings wahrscheinlicher gemacht wird, der Vorgang ein verwickelterer ist, und Ermüdungsstoffe dabei eine Rolle spielen, darauf kommt es hier nicht an. Genug, daß die Atemsteigerung bei Dauerarbeit dem Atembedürfnis entsprechend anwächst, und daß größere Gebiete der für gewöhnlich nur mit einem kleinen Teile ihrer Atemfläche arbeitenden Lungen dabei zur Atemthätigkeit herangezogen werden. Ein längerer strammer Marsch ist mithin eine außerordentlich wirksame Lungenübung.

Einfluß auf die Herzthätigkeit.

Was den Einfluß des Gehens und Marschierens auf Herzschlag und Blutkreislauf betrifft, so bedingt schon das Erfordernis einer vermehrten Sauerstoffzufuhr zu den arbeitenden Muskeln, daß diese in der Zeiteinheit von einer größeren Menge sauerstoffbeladener roter Blutkörperchen passiert werden. Zu diesem Behufe muß das Blut schneller in den Blutgefäßen umgetrieben werden, und zwar durch gesteigerte Herzthätigkeit. Letztere erfolgt nach zweierlei Richtungen: 1. zieht sich das Herz häufiger zusammen, d. h. die Zahl der Pulsschläge wird vermehrt, und 2. preßt das Herz bei jeder Zusammenziehung eine größere Blutmenge in das Schlagadersystem. —

Diese Steigerung der Herzarbeit macht sich leicht durch Häufigerwerden des Pulses erkennbar. Und zwar steigt die Pulszahl, entsprechend der Schnelligkeit des Gehens, nur unbedeutend, um wenige Schläge in der Minute, bei langsamem behäbigem Gehen, bis zu 80 und 90 Pulsschlägen in der Minute bei schnellem Marsch.

Einfluß auf die Blutbewegung in den Blutadern der Beine.

§ 264. Einfluß des Gehens auf die Blutbewegung in den Blutadern der Beine.

Noch wesentlicher wird der Unterschied in Bezug auf die Wirkung langsamer und schneller Gangart bei der Blutbewegung in den Beinen. Der Kreislauf des Blutes vollzieht sich in der Hauptsache durch die Pumpthätigkeit des Herzens. Hierzu treten noch als Hilfsthätigkeiten, wie wir sahen, 1. die Atmung, welche bei der Einatmung ansaugend auf den Inhalt der Blutadern wirkt, und deren Entleerung in das rechte Herz fördert, bei der Ausatmung dagegen die Entleerung der Herzkammern in die Schlagadern begünstigt; 2. die Muskelbewegung, namentlich wenn sie in rhythmischem Wechsel von Zusammenziehung und Erschlaffung erfolgt.

Diese Hilfskräfte werden bei schnellem Marsche (ein gleiches ist der Fall beim Lauf, beim Rudern, beim Radfahren, beim Schwimmen usw.) auch entsprechend wirksam, in geringem Maße aber nur beim langsamen Gehen.

Saug- und Pumpwirkung des Poupartischen Bandes auf den Inhalt der Schenkelblutadern.

Hierzu kommt nun noch die Einwirkung des Poupartischen Bandes auf den Inhalt der Schenkelblutader in der Gegend der Schenkelbeuge (s. § 126). Wird der Schenkel scharf nach außen gerollt und nach hinten gestreckt, so spannt sich das Poupartische Band und drückt die darunter liegende große Blutader zusammen. Wird der Schenkel nach einwärts gerollt und gebeugt, so entspannt sich das Band, zieht die vordere Wand der Blutader, welche mit dem Bande und dem umgebenden Gewebe verklebt ist, nach oben, und erweitert so das Gefäß an dieser Stelle. Werden diese Bewegungen des Schenkels abwechselnd wiederholt, so wird also auch die Schenkelblutader abwechselnd zusammengedrückt und erweitert, das Blut aber in der Richtung zum Herzen hingepumpt, denn die Blutaderklappen gestatten nur nach dieser Richtung ein Fließen des Blutes. Nun sind die rhythmisch erfolgenden Bewegungen der Beine bei den verschiedenen Fortbewegungsarten solche, welche diesen Saug- und Pumpapparat in der Schenkelbeuge — in der Kniekehle liegen ähnliche Verhältnisse vor — in wirksame Thätigkeit versetzen. Und zwar um so wirksamer, je ausgiebiger solche Beinbewegungen sind.

Blutüberfüllung der Beine beim Stehen.

Der Blutaderkreislauf bedarf aber solcher Hilfskräfte. Beim Stehen äußert sich der hydrostatische Druck, welchen die Eigenschwere des Blutes veranlaßt, dadurch, daß die abhängigen Blutadern oberhalb des Herzens (also von Kopf, Hals, Brust, sowie von den Armen, falls sie hochgehoben sind) sich leichter, daß dagegen die aufsteigenden Blutadern unterhalb des Herzens, namentlich die der Beine, sich lang-

samer entleeren. Die Folge ist, daß bei längerem Stehen die Blutadern der Beine stärker gefüllt sind und der Kreislauf hier träger wird.

Langsame Dauerbewegungen.

Werden Dauerbewegungen sehr langsam und mit geringfügigem Bewegungsumfang ausgeführt, so treten jene Hilfskräfte des Blutaderkreislaufs in zu geringem Maße in Wirksamkeit, um jenen entgegengesetzten Einfluß der Schwerkraft des Blutes überwinden zu können. Bei langsamem, kleinschrittigem Gehen bleiben daher die Beine, weil alle die Hilfskräfte der Atmung nicht thätig werden können, blutüberfüllt, werden schwer. An Stelle der Förderung des Kreislaufs treten Stockungen, die Ermüdungsstoffe werden nicht schnell genug weggeschwemmt, und eine an sich mit geringer Muskelarbeit verbundene Bewegung bewirkt gleichwohl bald das lähmende Gefühl der Ermüdung. Während der rüstige Wanderer bei ausgreifendem Schritt frisch bleibt, ist der langsam schlendernde Spaziergänger bald der Ruhe bedürftig, und doch leistet der erstere das vielfache an Muskelarbeit.

§ 265. Das Auftreten beim natürlichen Gang.

Auftreten beim natürlichen Gang.

Wenn jemand über eine feucht-sandige Fläche, oder mit nassen Fußsohlen über einen trockenen Boden geht, so verbleiben deutliche Sohlenabdrücke auf dem Boden, die Trittspur. Ging der betreffende dabei seinen gewohnten Alltagsgang, so findet man mit höchst seltenen Ausnahmen die in regelmäßigen Abständen wiederkehrenden Fußspuren ausgesprochen nach außen gerichtet. Es rührt dies daher, daß erstens am emporgehobenen gestreckten Bein der lediglich seiner Schwere überlassene Fuß vermöge einer Rollbewegung im Hüft- wie im Kniegelenk nach außen gerollt ist (Überwiegen der mächtigen Auswärtsroller des Schenkels über den Einfluß der schwächeren Einwärtsroller; Fallen der Fußspitze nach außen bei jeder Streckung des Kniegelenks vermöge der Beschaffenheit des Kniegelenks), und daß zweitens der äußere Fußrand des ohne Muskelzug lediglich seiner Schwere überlassenen Fußes tiefer steht, entsprechend der Ruhestellung des Fußwurzelgelenks.

Auswärtsrichtung der Füße.

Abwicklung des Fußes.

Fig. 396. Trittspur beim natürlichen Gang.

Infolgedessen vollzieht sich auch die Abwicklung des Fußes auf dem Boden von der Ferse zur Sohle derart, daß zuerst die Ferse ausgesetzt wird — wobei die Fußsohle einen ausgesprochenen Winkel zum Boden bildet (s. Fig. 397) —, und zwar mit dem äußeren Fersenrand zunächst. Dann folgt der äußere Fußrand, und nun erst wickelt sich der Fuß, unter Vermittelung der sich spreizenden Mittelfußköpfchen, nach innen zu ab, zur Sohlenfläche des zweiten Großzehengliedes — d. h. zur Großzehenspitze, von der aus dann die Abstoßung des Stützbeins erfolgt. Dieser Art des Abwickelns der Fußsohle entspricht es, daß bei den meisten Menschen die Absätze der Schuhe am äußeren Rande ungleich mehr abschleißen („schief getreten" werden), während umgekehrt an der Fußspitze die stärkste Abnutzung der Sohle nach innen zu stattfindet, der Lage des Großzehs entsprechend.

Für den gewöhnlichen Streckgang ist also die Auswärtswendung der Fußspitzen, weil in dem Bau der Gelenke des Beins und der daran wirkenden Muskeln

begründet, eine naturgemäß von selbst erfolgende Bewegung, die keiner besonderen Muskelthätigkeit bedarf.

Geradeaussetzen der Füße beim Beugegang.

Anders liegt die Sache beim Beugegang. Ob diese unten noch näher zu beschreibende Gangart eine „natürliche" zu nennen ist, darüber mag man streiten.

Fig. 397—399. Aufsetzen mit der Ferse beim natürlichen Gang. Nach Augenblicksphotographien.

Sie verdient diese Bezeichnung für den Eilgang wenigstens insofern, als sie hier mit möglichst geringem Kraftaufwand erfolgt. Dagegen entwickelt sich diese Gangart nicht aus dem natürlichen Streckstand des Menschen, sondern verlangt ein vorgängiges Beugen im Sprung-, Knie- und Hüftgelenk mit Vorneigen des Rumpfes, also das Einnehmen einer Stellung, welche weder natürlich noch schön ist.

Fig. 400. Trittspur beim Beugegang mit Geradeaussetzen der Füße.

Schon wiederholt war es Reisenden aufgefallen, daß die Indianer Amerikas beim Gehen — und sie sind darin bedeutender Leistungen fähig — die Füße geradeaus gerichtet in der Richtung der Gehlinie aufsetzen. Seitdem man darauf aufmerksamer geworden, stellt sich auch für alle möglichen anderen Völkerschaften heraus, daß der gewohnte eilige Gang als Beugegang ausgeführt wird, während der Streckgang mehr bei langsameren Gangarten, die Vornehmheit und Würde ausdrücken sollen, Anwendung findet.

Bei diesem Gang mit gebeugten Knieen werden die Füße flach mit der ganzen Sohle gleichzeitig aufgesetzt, und zwar sind sie dabei nicht nach außen, sondern geradeaus nach vorne gerichtet. Dies naturgemäß deshalb, weil bei gebeugtem Bein die Rollung nach außen in Hüft- und Kniegelenk nicht eintritt, sondern nur bei gestrecktem Bein. Es wird diese Gangart in Frankreich neuerdings als besonders vorteilhaft für Dauermärsche empfohlen und angewendet, da sie den Geübten weniger ermüdet als der Streckgang.

Gangart nach einwärts.

C. Boegle hat einen ähnlichen Gang aus mehr theoretischen Gründen als natürliche „Gangart nach einwärts" dem gewöhnlichen Gang zur Seite gestellt, allerdings als eine Gangart bezeichnet, die im Effekt hinter der andern gewöhnlichen Gangart zurückbleibt, und mit Vorteil nur zur Anwendung kommt beim Gehen auf glattem Parkettboden, auf der Eisfläche, auf frischem Schnee usw. Die Drehung des Rumpfes soll bei dieser Gangart — ähnlich wie wir es unten beim athletischen Schnellgehen finden werden — gleichsinnig mit der Drehung des Beckens erfolgen.

§ 266. Der gravitätische Schritt.

Der gravitätische Schritt.

Als eine zweite natürliche Gangart neben dem Gang mit Aufsetzen der Ferse zuerst bei auswärts gerichteten Fußspitzen haben die Gebrüder Weber den „gravitätischen Schritt" beschrieben. Das Wesen dieser Gangart besteht in folgendem: das Hangbein geht in seiner Schwingung soweit über die vom Schwerpunkt gefällte Senkrechte hinaus, daß es vorn aufgesetzt mit der Senkrechten einen größeren Winkel bildet als das hintere stemmende oder Stützbein. Umgekehrt also wie beim gewöhnlichen Schritt, wo mit zunehmender Geschwindigkeit die Senkrechte sich immer mehr dem vorderen Bein nähert (s. o. Fig. 392 b).

Dadurch daß beim gravitätischen Schritt das vordere Bein mit der Fußspitze schon aufgesetzt ist, während die Senkrechte noch dem Stützbein näher sich befindet, hat letzteres noch eine Zeitlang die Last des Körpers wesentlich zu tragen. Langsam erst geht der Schwerpunkt auf das vordere Bein über, so daß die Zeit des Doppelstützes länger wird als die Zeit der Schwingung. Das vorschwingende Bein

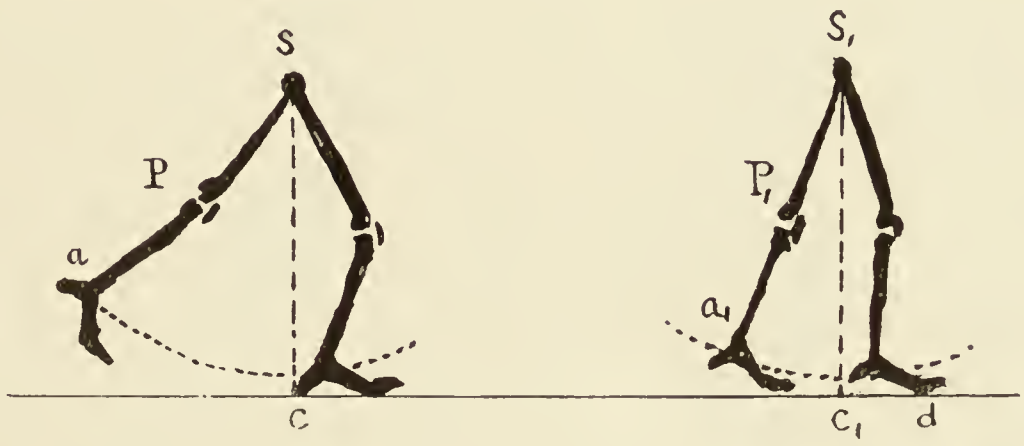


Fig. 401. Pendelschwingung des Hangbeins beim ausholenden (P) und beim gravitätischen (P_1) Schritt.

hat den Boden nur mit der Fußspitze, unter starker Streckung des Fußes, d. h. Senken der Fußspitze, zu erreichen vermocht. Der Boden wird durch die Fußspitze gleichsam erst betastet, bevor der Körper sich auf diesen Fuß stützt. Der gravitätische Schritt wird daher im Leben vorzugsweise angewendet, wenn man etwa im Dunkeln auf unbekanntem Boden langsam, und mit dem vorgestreckten Fuß den Boden erst auf seine Beschaffenheit prüft. Es ist der Gang der Blinden. Als Kunstschritt ist er ausgebildet bei feierlichen Handlungen: so bei kirchlichen Prozessionen, bei Aufzügen von Staatswürdenträgern auf dem glatten Parkett zu Staatshandlungen usw.

Aufsetzen der Fußspitze.

Die Schritte beim gravitätischen Gang können nur sehr klein sein und kommen etwa einer Fußlänge gleich; die Dauer der Schritte ist sehr groß — fast $1^1/_2$ Sekunde, das macht 40 Schritte in der Minute. Nehmen wir die Fußlänge an mit 25 cm, so würden mit dem gravitätischen Gange in der Minute zurückgelegt $40 \times 0{,}25 = 10$ m, und für einen Kilometer würde man — 100 Minuten, also eine Stunde und 40 Minuten gebrauchen!

Fortbewegung beim gravitätischen Gang.

Solch schneckenartiger Prozessionsschritt ist für die Übungen einer bewegungsfrohen rüstigen Jugend ohne jede Bedeutung.

§ 267. Natürlicher Schritt und Kunstschritt.

Natürlicher Schritt und Kunstschritt.

Der natürliche Gang kann auf mannigfache Weise durch Willensbeeinflussung kleinere oder größere Abänderungen in der Ausführung erfahren. Ja, solche Abänderungen sind bei vielen Personen derart zur Gewohnheit geworden, daß ihre Art des Alltagsganges den Gesetzen des natürlichen Gehens nicht mehr in allem entspricht.

Kurze und lange Schritte.

Es sei da nur an den auf das Pendelgesetz gegründeten Satz der Gebrüder Weber hingewiesen, wonach bei ein und derselben Person längere Schritte von kürzerer Dauer sind als kleine Schritte. Die alltägliche Erfahrung scheint oft genug für das Gegenteil zu sprechen. Einem der mit kleinen häufigen Schritten unruhig zu hasten gewohnt ist, empfiehlt man, doch ruhige, d. h. langsamere aber größere Schritte zu machen, um genau so schnell fortzukommen. Bei hastiger schneller Bewegung verkürzt sich bei vielen der Schritt darum, weil sie dem ausschreitenden Bein nicht die Zeit lassen, ausgiebig nach vorwärts zu schwingen. Der natürliche Rhythmus des Ganges wird durch Überhastung gestört. An Stelle der Pendelschwingung des Hangbeins einfach durch seine Schwere tritt die Beschleunigung des Ganges durch vermehrte Muskelarbeit der Beuger im Hüftgelenk. Sowie überhaupt die Aufmerksamkeit auf den Gang, auf die Art seiner Ausführung, auf die Größe der Schritte, auf die Schnelligkeit des Fortkommens usw. mehr hingelenkt wird, nimmt auch die willkürliche Muskulatur mehr Anteil an den Gehbewegungen, und ändert im einen oder andern die gesetzmäßigen Erscheinungen des unbeeinflußten halbautomatischen Gehens.

Kunstschritt und Gehübung.

Je mehr aber der natürliche Gang der Willkür unterworfen und nach bestimmten Richtungen beeinflußt wird, um so mehr wird er zum Kunstschritt, und der Kunstschritt wird zur Gehübung, wenn er bestimmte gymnastische Ziele verfolgt.

Gehübungen können zunächst den Zweck haben, bestimmte Leistungen im Gehen nach Dauer und Schnelligkeit zeitweise zu erzielen. Weiterhin aber, in bestimmter Weise und häufig betrieben, vermögen sie auch den Alltagsgang zu beeinflussen, und prägen demselben ihren bestimmten Stempel hinsichtlich der Körperhaltung beim Gehen, hinsichtlich der Schrittweite, der Schnelligkeit des Fortkommens usw. auf. Der halbautomatisch erfolgende Alltagsgang ist bei einem jeden nach Charakter, Erziehung, Beruf und Lebensgewohnheit verschieden. Anders geht der Arbeiter, der in gebeugter Haltung schwere Arbeit verrichten muß, anders der Landmann, anders der Seemann, der auf dem schwankenden Schiff sich einen breitbeinigen Gang zur Gleichgewichtserhaltung angewöhnt hat. Anders geht der frühere Berufssoldat, anders der behäbige reiche Städter, anders der Packträger, anders der kümmerlich sich durchschlagende kleine Gewerbtreibende. Bei dem einen erfolgt der Gang in unschöner, lässiger, vornüber gebeugter Haltung mit hohem Rücken und eingedrückter Brust, bei dem andern selbstbewußt und breitspurig; bald ist der Gang schiebend oder schleppend, oder zaghaft trippelnd, oder schleifend, oder schlürfend, bald schwerfällig und polternd; bald bestimmt und fest, bald behende, eilfüßig und leicht usw. usw.

Erziehung zu schönem Gang.

Eine sorgfältige gymnastische Ausbildung in stetig betriebenen Geh- und Marschübungen ist aber im stande, zu einem schönen großschrittigen, elastischen und ausdauernden Gehen zu erziehen, und damit einem wichtigen Turnziel Genüge zu leisten. Solche Erziehung zu ausholendem schnellen Gang ist wertvoll im Leben, nicht nur für den eiligen Geschäftsgang, sondern im gesundheitlichen Sinne ganz besonders für die frische straffe Wanderung zur „Gangerholung". Immer unverdrossen ausholen, auch eine Anstrengung, einen längeren und mühseligen Weg nicht scheuen, um alles Schöne was die Heimat in Flur und Feld, Wald und Wiese, Berg und Thal beut, zu erwandern, im flotten Vorwärtskommen eine Freude und einen Genuß sehen, das sind Eigenschaften, welche zu den schönsten turnerischen Zierden und Tugenden einer frischen rüstigen Jugend gehören. Zu diesen zu erziehen ist eine schöne Aufgabe wahrer Körper-, Gemüts- und Charakterbildung.

Entwicklung schönen Ganges aus guter Haltung im Stehen.

Das erste, was zur Erzielung eines schönen ausholenden Ganges notwendig ist, ist eine gute aufrechte Haltung im Stehen. Aus der straffen sog. mili-

tärischen Haltung heraus, mit Verlegung des Schwerpunktes auf die Mittelfußköpfchen, so daß die Fersen bereits etwas gelüftet sind, erfolgt ein weit ausholendes Vorsetzen eines Fußes zum straffen Marsch so gut wie von selbst. So wie der Rumpf vorgebracht ist, der Schenkelkopf mit seiner Senkrechten über die Zehenspitze hinaus nach vorne geht, fliegt auch schon das Hangbein weit heraus, um der vorfallenden Leibeslast neuen Stütz zu bieten, und so fort (Fig. 402).

Gehen aus der bequemen Haltung.

Umgekehrt, wenn von lässiger bequemer Haltung aus gegangen wird, so schiebt sich das Bein noch eingeknickt vor, das hintere Stützbein wird mehr nachgeschleppt, als daß es kräftig abstemmt. Der Schritt fällt klein aus, der Gang erfolgt in langsamerem Zeitmaß. Zwar mit einem geringen Aufwand von Muskelarbeit, dafür aber auch mit schlechtem Vorwärtskommen. Vor allem aber bietet solch bequemes Gehen das Bild des Lässigen, des Schlaffen, des Mangels an frischer Thatkraft und an Zielbewußtsein.

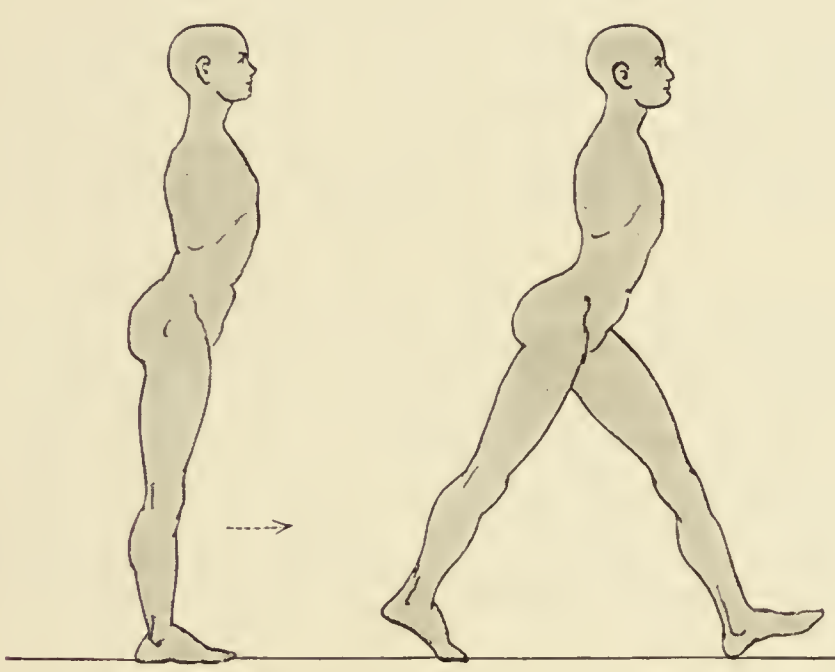


Fig. 402. Ausschreitender Gang aus der straffen Haltung heraus.

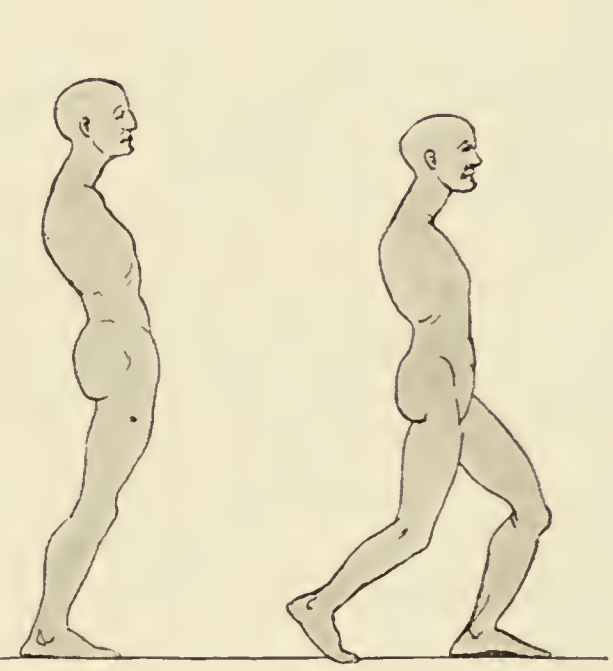


Fig. 403. Gang aus bequemer lässiger Haltung heraus.

So ist eine gute Haltung im Stehen Vorbedingung auch eines schönen Ganges.

Die weitere erziehliche Ausbildung im Gehen und Marschieren soll unten bei Darstellung der verschiedenen Gangarten abgehandelt werden.

§ 268. Übersicht der wichtigsten Gangarten.

Übersicht der wichtigsten Gangarten.

Die verschiedenen Gangarten lassen sich in verschiedener Weise einteilen. Je nachdem das ausschreitende Bein gestreckt oder gebeugt vorgebracht und niedergesetzt wird, kann man Streckgang und Beugegang unterscheiden.

Für unsere Betrachtungsweise gehen wir am besten aus von der Art, wie der ausschreitende Fuß auf den Boden aufgesetzt wird. Wir unterscheiden demgemäß:

I. Gehen mit Aufsetzen der Fußspitzen.

a) Reiner Zehengang;

b) Gang mit gestreckter Fußspitze und Niedersetzen der Fußsohle von der Fußspitze aus.

II. Gehen mit Aufsetzen der ganzen Fußsohle gleichzeitig. Wie die Augenblicksphotographie zeigt, schwebt bei diesen Gangarten kurz vor dem Niedersetzen die Ferse zunächst über dem Boden, ja berührt diesen auch zuerst, von da ab wird aber mit einem Zug der Fuß zum Boden niedergeklappt.

A. Streckgang mit Aufsetzen der Fußsohle.

a) Militärischer Marsch;

b) Sogenannter langsamer Schritt.

B. Beugegang mit möglichstem Niedersetzen der Fußsohle gleichzeitig.

III. Gehen mit Aufsetzen der Ferse zuerst und Abwickeln der Sohle nach Art des natürlichen Ganges.

a) Gewöhnlicher Übungsmarsch und Eilgang;

b) Eilgang im Dreitakt oder Dreischritt;

c) Athletisches Schnellgehen.

Alle diese Gangarten werden vorwärts ausgeführt, als der eigentlichen und alleinigen Richtung des menschlichen Ganges. Man kann aber auch, indem man entweder das rechte Bein seitwärts setzt und das linke nachzieht, oder umgekehrt das linke seitwärts setzt und das rechte nachzieht, den Körper seitwärts bewegen, d. h. seitwärts gehen. Ebenso ist es möglich, durch abwechselndes Rückwärtssetzen der wenigstens leicht gebeugten Beine mit Verlegung des Schwerpunkts auf das rückwärtsgesetzte Bein rückwärts zu gehen. Diese Bewegungen werden im Leben, wie auf dem Übungsplatz indes nur gelegentlich in geringem Umfang ausgeführt, und zählen nicht als eigentliche Gangarten.

Gehen seitwärts und rückwärts.

Andere Schrittarten.

Das deutsche Turnen zählt noch eine Reihe von Gang- und Schrittarten, wie den Stampfgang, das Gehen mit Knieheben, mit Beinspreizen, mit Nachstellen, mit Übertreten, das Schottischgehen, das Wiegegehen, das Schrittzwirbeln, das Kreuzzwirbeln usw. auf. Für die Schulung des schönen, schnellen und ausdauernden Marsches haben alle diese sogenannten Gangarten so gut wie gar keinen Wert. Eine Anzahl der angeführten Schrittarten ist dagegen wohl geeignet, gefällige und leichte Bewegungen auszubilden, und hat daher namentlich für das Mädchenturnen Bedeutung.

Zehengang.

§ 269. Der Zehengang.

Beim Gehen mit Aufsetzen der Fußspitzen bleiben die Kniee möglichst gestreckt. Beim Niedersetzen des ausschreitenden Fußes wird der Fuß gegen den Unterschenkel stark gestreckt, d. h. die Fußspitze abwärts gebogen, so daß der Fuß nur mit der Spitze den Boden erreicht. Beim reinen Zehengang bleibt dann das aufgesetzte Stützbein im Zehenstand, der Körper bewegt sich nur auf den Zehenballen weiter. Wegen der Kleinheit der Stützflächen ist der Gang ein sehr unsicherer und hölzerner. Die Beine müssen steif gestreckt bleiben; die Schritte sind sehr klein, da bei größeren Schritten die Gleichgewichtserhaltung schwierig ist. Im gewöhnlichen Leben wird diese Gangart angewendet, wenn man behutsam und möglichst ungehört sich irgendwohin bewegen oder davonschleichen will. Durch die einseitige Bethätigung der Streckmuskeln der Beine, welche anhaltend gespannt bleiben müssen, wirkt der reine Zehengang sehr bald ermüdend.

Als Übungsgang ist der reine Zehengang gänzlich belanglos.

Gang mit gestreckter Fußspitze.

§ 270. Gang mit gestreckter Fußspitze.

Das Gehen mit Aufsetzen der gestreckten Fußspitze zuerst ist diejenige Art von Kunstschritt, welche früher in unsern Turnhallen bei den Ordnungsübungen, beim Aufmarsch zu Freiübungen und dergl. aus ästhetischen Gründen bevorzugt wurde, und auch heute noch im Mädchenturnen vor allem vorherrscht.

Niedersetzen und Abstemmen des Fußes.

Bei dieser Gangart wird in gleicher Weise wie beim Zehengang die Fußspitze auf den Boden aufgesetzt. Dann aber wird von der Fußspitze aus der Fuß erst rückwärts — also entgegen der Richtung des Ganges — mit der Sohle auf den Boden niedergesetzt, um sich sodann sofort wieder zum Abstemmen von der eben niedergesetzten Ferse aus zur Großzehenspitze abzuwickeln. Es wird dadurch in die nach vorwärts gerichtete Bewegung eine rückläufige Bewegung eingeschoben. Das ist ein Widersinn (Fig. 404).

Fig. 404. Aufsetzen auf die Fußspitze (I); Niedersetzen auf die Ferse (II); Abstemmen zur Großzehenspitze (III).

Fig. 405.

Die Schritte auch bei dieser Gangart sind kurze, weil das vorschreitende Bein steif gestreckt zu halten ist, und die Schenkelköpfe deshalb hoch getragen werden. Die Streckmuskeln werden im Gegensatz zu den Beugern stark angestrengt. Die Gangart erfolgt genau so, als ob unter der Ferse ein sehr hoher Absatz befestigt wäre. Das Gehen mit gestreckter Fußspitze ist deshalb bei längerer Übung auch genau so ermüdend wie das Gehen in Stöckelschuhen (Fig. 405).

Anwendung im Mädchenturnen.

Der Schönheitsbegriff, welcher diesen kleinschrittigen gezierten Gang mit Aufsetzen der Zehenspitzen vor allem im Mädchenturnen zum herrschenden gemacht hat, ist entschieden ein falscher. Gegenüber der ebenso leichten als zweckentsprechenden Art, wie sich gemäß dem Bau unseres Körpers und vor allem des Fußes der natürliche Gang von der Ferse zur Fußspitze vollzieht, ist dieser tanzmeisterliche Kunstschritt ein gezwungener. Kein Grund ist vorhanden, warum unsere weibliche Jugend nicht auch zu einem sichern, leichten, ungezwungenen Gang, der größere Strecken ohne Ermüdung in guter Haltung zurückzulegen gestattet, erzogen werden soll. Im Gegenteil, unsere weibliche Jugend bedarf der Gangerholung im Freien mit rüstigem ausschreitendem Gang mindestens so sehr wie die männliche Jugend; brauchen wir doch nur daran zu erinnern, in welch hohem Grade unsere Mädchen an Blutarmut und Bleichsucht leiden. Zur Bekämpfung dieser ist aber reichliche Bewegung in frischer Luft ein unersetzliches Heilmittel.

Mag daher diese Gangart da, wo zeitweise langsam gegangen und kurz getreten werden soll, auch im Turnen hier und da Anwendung finden, mögen unsere Mädchen bei Übung der verschiedenen Kunstschritte angewiesen werden, die Fußspitze nieder zu strecken. Ungleich wichtiger als die Übung solchen stelzbeinigen Kunstganges ist die Übung freien, natürlichen flotten Gehens, denn solcher Gang ist der schönste, weil dem Gliederbau des menschlichen Körpers am gemäßesten.

§ 271. Der militärische Marschschritt.

Militärischer Marsch.

Der militärische Marschschritt, welcher im Parademarsch gipfelt, kennzeichnet sich dadurch, daß bei gestreckter Haltung des Rumpfs und der Beine mit der ganzen Fußsohle gleichzeitig aufgetreten wird.

Das Exerzier-Reglement der Deutschen Armee vom 1. September 1888 beschreibt diese Marschart folgendermaßen:

Armeevorschrift.

Das linke Bein wird leicht gekrümmt und ohne zu schlänkern vorwärts gebracht, die Fußspitze wird ein wenig nach auswärts gebogen, gleichzeitig der Oberleib vorgenommen, und der Fuß ganz flach und leicht in der Entfernung von 80 cm vom rechten Fuß auf den Boden gesetzt. Das Knie wird beim Niedersetzen des

Fußes auf die Erde durchgedrückt. Die ganze Schwere des Körpers ruht jetzt auf dem stehenden Fuße. Während der linke Fuß niedergesetzt wird, verläßt der rechte Absatz den Boden, das rechte Bein wird leicht gekrümmt herangezogen, mit der Fußspitze nahe am Boden, doch ohne ihn zu berühren, vorbeigeführt, und der Fuß in der nämlichen Entfernung und auf dieselbe Weise wie der linke niedergesetzt. Der Soldat fährt fort zu marschieren, ohne die Beine zu kreuzen, die Kniee mehr als notwendig zu heben, die Schultern zu drehen und den Kopf aus der geraden Richtung zu bringen. Die Arme werden ungezwungen bewegt. Zeitmaß des gewöhnlichen Marsches ist 114, welches in besonderen Fällen beschleunigt werden kann, des Sturmmarsches 120 in der Minute. —

Wert des militärischen Marsches.

Der Wert des militärischen Marsches beruht zunächst in der Größe und Schnelligkeit der Schritte, sowie der Straffheit der Haltung. Diese Eigen-

1. 2. 3.

Fig. 406. Erziehung des schlaffgehenden Rekruten (1) durch übertreibenden Drill (2) zum ausgreifenden Marsch (3). Nach Henke.

schaften, beim Paradeschritt eingedrillt, übertragen sich dann auch dem natürlichen Eilmarsch, so daß auch dieser beim gut einexerzierten Soldaten mit großen schnellen Schritten und in straffer Haltung erfolgt.

Ein weiterer Vorzug des militärischen Marsches mit Aufsetzen der ganzen Fußsohle auf einmal besteht in der dadurch bewirkten Festigkeit des Ganges. Beim ungezwungenen, natürlichen Gang, der durch keine Marscherziehung beeinflußt ist, sind die horizontalen seitlichen Schwankungen des Beckens oft außerordentlich groß, so daß bei vielen solcher Gang den unschönen Eindruck des Schwankens und Wiegens macht. Diese horizontalen Schwankungen werden beim Marsch ebenso beschränkt wie die leichten Drehungen des Rumpfes. Nicht die Schultern, sondern die Hüften sollen beim schnellen Straffgang vorgebracht werden. Der Rumpf wird gestreckt gehalten, das Kreuz hohl. Die Übertragung des Schwerpunktes geschieht nicht, wie beim natürlichen Gang allmählich, in glattem Zuge von einem auf das andere Bein, unter Vermittlung des Doppelstützes, sondern mehr ruckweise, und so, daß das gleichzeitige Aufsetzen der ganzen Fußsohle auf einmal für den übertragenen Schwerpunkt eine breite Unterstützungsfläche bietet. Dieser Umstand bedingt besonders den Eindruck der Festigkeit, welcher dem straffen militärischen Marsch zu eigen ist.

Ermüdung beim militärischen Marsch.

Allerdings bedingt das gleichzeitige Aufsetzen der ganzen Fußsohle auch einen größeren Aufwand von Muskelthätigkeit. Die Fußspitze muß herabgedrückt, der äußere Fußrand gehoben werden. Die plötzliche Übertragung des Schwerpunkts auf den aufgesetzten Fuß unter Durchdrücken des Knies bedingt ferner bei jedem Schritt eine Erschütterung des Körpers. Bei stundenlangen Märschen ist es deshalb gar nicht möglich, den typischen militärischen Marschschritt innezuhalten, die Schrittweise

geht dann von selbst in die des natürlichen Marsches über. Der Paradeschritt ist eben nur ein Exerzier- und ein Übungsschritt, aber keine zum Dauermarsch geeignete Schrittart.

Moralische Einwirkung.

Man hat dem militärischen Marsch wie der ganzen Ausbildung des Exerzierplatzes vorgeworfen, daß er alle Selbstbestimmung töte und den Soldaten zu einem willenlosen Automaten mache. Nichts ist verkehrter wie das, und wer nur halbwegs weiß, welche Anforderungen in Bezug auf Findigkeit, Umsicht, Geistesgegenwart und Schneidigkeit die heutige Art des zerstreuten Gefechts, des Vorpostendienstes usw. an unsere Soldaten stellt, kann diesen Vorwurf unmöglich erheben, falls er einiges Urteil besitzt. Der stramme Marsch im festen Verband giebt aber der Truppe, d. h. jedem einzelnen Mann das Gefühl unerschütterlicher und unwiderstehlicher Angriffskraft. Der Todesmarsch der preußischen Garde vor St. Privat, welche im mörderischsten Kugelhagel unter unnennbaren Verlusten wie auf dem Exerzierplatz in festem Schritt und Tritt vorrückte und den Feind niederrang, glänzt in der Kriegsgeschichte aller Zeiten als Ruhmeszeichen preußischer Marschdisziplin!

Militärischer Marsch auf dem Turnplatz.

Daß auf unsern Turnplätzen die jungen Leute auch nur entfernt eine Marschausbildung erhalten ähnlich der des Heeres, verbietet sich von selbst. Das wäre eine Verirrung, welche dem Zweck der Leibeserziehung einer frischen freien Jugend widerspräche. Eine andere Frage ist aber die, ob der straffe Marsch mit Aufsetzen der Fußsohle gleichzeitig nicht auch hier als Kunstschritt geübt werden sollte. Diese Frage ist zu bejahen. Beim Aufmarsch z. B. einer Turnerschar zu ihren Übungen ist solch fester Marschschritt durchaus am Platze. Dabei ist aber darauf zu sehen, daß die Turnenden es unbedingt vermeiden, mit der Fußsohle gewissermaßen den Boden zu schlagen, sie dröhnend und klatschend aufzusetzen. Abgesehen davon, daß solch Gestampfe eine Unart ist, welche sehr gut vermieden werden kann, so ist auch aus anderen Gründen derartiges Aufschlagen des Fußes verwerflich. Es ruiniert das Schuhwerk, und bringt namentlich dem Gefüge der Knochen und Bänder des Fußes Erschütterungen bei, welche die Elastizität des Fußgewölbes schwer schädigen können.

§ 272. Der langsame Schritt.

Der langsame Schritt.

Der sogenannte langsame Schritt stellt nichts weiter dar als eine langsam ausgeführte Zerlegung des militärischen Marsches in seine einzelnen Bewegungsmomente. Das ausschreitende gestreckte Bein wird flach auf den Boden gesetzt. Das nachschreitende Bein verläßt unterdessen mit der nach abwärts stark gestreckten Fußspitze den Boden, und bleibt einen Augenblick in dieser Haltung. Sodann wird dasselbe als Hangbein langsam nachgezogen, und bleibt gebeugt neben dem Stützbein mit der Fußspitze nach unten über dem Boden schwebend. Der Fuß wird dann vorgeschleudert, wird mit der Sohle der Bodenfläche parallel ebenfalls einen Augenblick schwebend gehalten, und endlich wird das vorschreitende Bein in einem Nu, wobei gleichzeitig das Schwergewicht des Körpers auf dasselbe übertragen wird, straff gestreckt niedergesetzt, während das bisherige Stützbein, mit der Fußspitze nach unten und gestreckt den Boden verläßt.

Diese Übung kann in verschiedenem Zeitmaß geübt werden, mehr in einem Zuge, oder langsam nach Zählen in mehreren Zeiten. Festeste Haltung des Rumpfes mit Vordrängen der Brust, Einziehen des Bauchs, den Kopf hoch, kräftige Streckung des Beins, energische Zusammenziehung der Gesäßmuskeln namentlich bei der plötzlichen Übertragung der Schwerlast des Rumpfes, sind zum guten Zustandekommen der Übung unbedingt notwendig. Die Übung zwingt zu guter Haltung, wenn sie auch

Turnerischer Wert.

übertrieben und steif scheint, und richtet den Körper in allen Gelenken des Rumpfs und der Beine auf. Hierin liegt ihr unverkennbarer turnerischer Wert, der durch die gleichzeitige Ausführung von Stab- oder Hantelgriffen noch vermehrt werden kann.

Schon oben ist der „langsame Schritt" als treffliche Gleichgewichtsübung zur Kräftigung der das Becken und die Wirbelsäule tragenden und haltenden Muskeln gewürdigt (§ 32). Der hauptsächlichste Zweck des langsamen Schrittes ist jedoch die Erzielung einer schönen aufrechten Haltung beim Marsch, und ein Geschicktmachen der Beine zu ausgreifendem Marschschritt. Mag auch diese Vorübung zum Marsche, mit dem Neuling auf dem Exerzierplatz angestellt, zuweilen mehr wie eine Karikatur anmuten und den Spott herausfordern — um einen Rekruten, der oft von Kind an

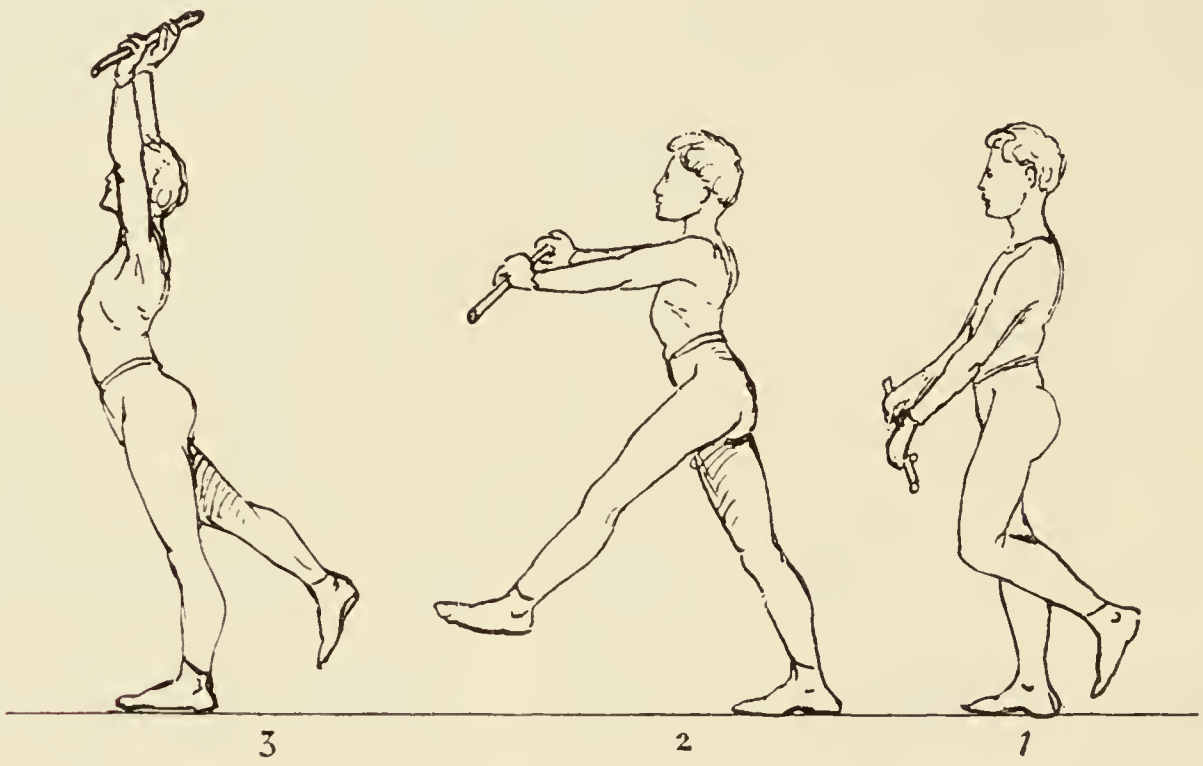


Fig. 407. Langsamer Schritt in drei Zeiten mit Stabgriffen.

eine schlechte schlaffe Haltung beim Stehen und Gehen einzunehmen gewohnt war, in kürzerer Zeit zu stets guter strammer Haltung und zu straffem ausgreifenden Marsch zu erziehen, bedarf es eben des entsprechenden Drills.

Der Beugegang.

§ 273. Der Beugegang.

Unter Beugegang (Marche en flexion) verstehen wir eine Gangart, bei welcher die Beine stets im Kniegelenk gebeugt bleiben; nur während des Abstützens findet eine leichte Streckung des hinteren Beins statt. Der Fuß wird flach mit der ganzen Sohle aufgesetzt, der Rumpf wird stark nach vorn geneigt getragen. Die Schritte bei dieser Gangart sind groß, und können stark beschleunigt werden.

Vorkommen des Beugegangs.

Es ist schon früher erwähnt, daß solcher Gang mit gebeugten („krummen") Knieen bei manchen Völkern als Alltagsgang der gewöhnliche ist, ebenso wie auch der Beugelauf mit gekrümmten Beinen. Und zwar sind das Völkerschaften, welche zum Teil sich durch große Ausdauer im Marsch und Lauf auszeichnen. Auch bei uns sieht man oft Landleute in dieser Gangart ihre Wege zurücklegen. Bekannt sind besonders die Bergbewohner dafür, daß sie den Gang mit stark gebeugten Knieen beim Bergsteigen vorziehen, und so wird diese Gangart auch Alpensteigern bei großen Märschen in den Bergen von den Führern stets besonders empfohlen. Seit etwa 10 Jahren finden in der französischen Armee ausgedehntere Versuche mit dieser Marschart statt, deren Vervollkommnung und Ausbreitung sich namentlich der Artilleriehauptmann de Raoul, sowie ein Arzt, Dr. Regnault, sich angelegen sein lassen, während in dem Institut von Marey

exakte Untersuchungen über die physiologischen Eigenschaften und den Wert dieser Marschart angestellt wurden*).

Ausführung des Beugemarsches.

Die Vorschriften für die Ausführung sind etwa folgende:

Die Ausgangshaltung soll eine ungezwungene sein; der Rumpf ist gerade zu halten, Kopf hoch, die Brust heraus; die Ellbogen sind gebeugt, die Unterarme stehen horizontal, beim Gehen sind die Kniee gekrümmt, so daß der Schwerpunkt gesenkt ist und der Körper kleiner erscheint (bis um 15 cm). Die Füße streifen den Boden, d. h. sie werden nicht höher gehoben, als eben nötig um über Rauhigkeiten des Bodens weggetragen zu werden. Das Aufsetzen des vorschreitenden Fußes geschieht möglichst flach mit der ganzen Sohle gleichzeitig, dabei ganz leicht und geräuschlos. Der Rumpf wird nach vorn geneigt, aber nicht in der Wirbelsäule, sondern auf der Hüftachse; der Rücken bleibt also gerade gestreckt, der Kopf gehoben, die Augen gerade aus. Je mehr der Rumpf geneigt wird, um

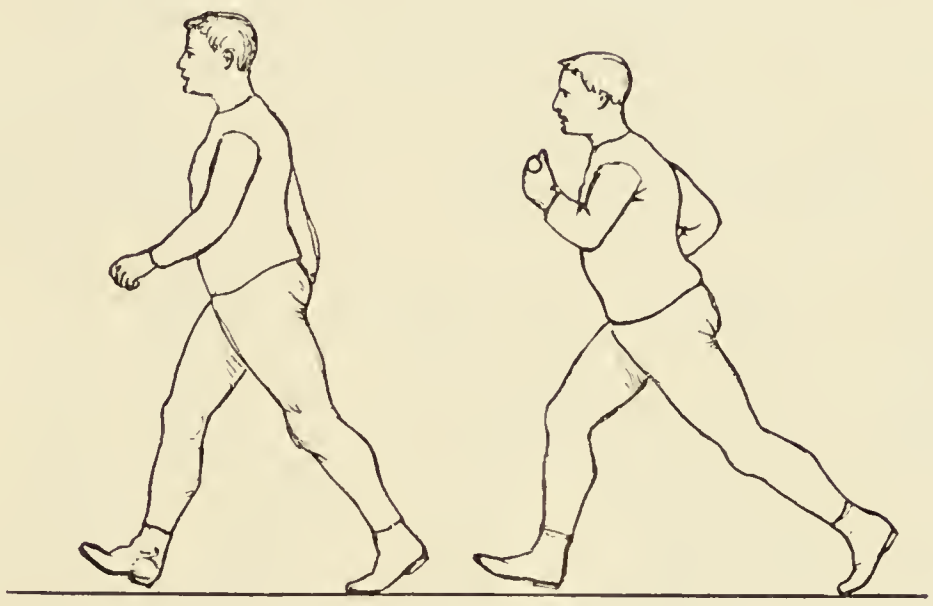


Fig. 408. Ein Moment des Streckmarsches nach Augenblicksphotographie von Marey.

Fig. 409. Derselbe Moment wie Fig. 408 im Beugemarsch.

(Aus Regnault und Raoul, Comment on marche.)

so größer wird von selbst der Schritt, der mit dem Stütz die vorfallende Schwerlast auffangen soll. Man läßt sich gewißermassen von seinem Schwerpunkt nachziehen.

Vorteile des Beugemarsches.

Der Beugemarsch unterscheidet sich vom gewöhnlichen Eilmarsch oder Streckmarsch äußerlich zunächst dadurch, daß der Rumpf mehr nach vorn geneigt ist, und daß Hangbein wie Stützbein stärker gebeugt sind, und zwar ist das Stützbein mehr im Kniegelenk, das Hangbein, im Augenblick wo es den Boden erreichen will, mehr im Hüftgelenk als beim Streckmarsch (Fig. 408 und 409) gebeugt.

Die wesentlichsten hieraus entspringenden Vorteile sind folgende:

Milderung des Stoßes beim Aufsetzen des Fußes.

1. Da das aufsetzende Bein in seinen Gelenken gebeugt ist, so wird der Chok oder Stoß, welcher beim jedesmaligen Auftreten auf den Boden dem Fuß mitgeteilt, und durch das aufstützende Bein auf den Rumpf, d. h. das Becken übertragen wird, gemildert und namentlich durch die Winkelbeugung im Kniegelenk gebrochen. Diese vom aufsetzenden Fuß (der die Falllast des Körpers hemmt) ausgehende Erschütterung überträgt sich beim Streckgang unmittelbar dem Becken, wirkt der Fortbewegung des Schwerpunkts entgegen, und unterbricht also kurz die vorhandene Geschwindigkeit der Vorwärtsbewegung des Beckens. Diese Geschwindigkeit muß jedesmal durch einen neuen Anstoß nach dem Aufsetzen des Fußes dem Körper

*) F. Regnault et de Raoul: „Comment on marche“. Préface de M. Marey. Paris, Henri Charles-Lavauzelle.

wieder neu gegeben werden. Dazu gehört Aufwand von Muskelkraft, und wenn diese auch für den einzelnen Moment eine geringfügige ist, bei einer großen Zahl von Schritten addieren sich solche kleinere Kraftaufwendungen zu einer größeren Arbeitssumme. Indem beim Beugegang diese Erschütterung des Körpers beim jedesmaligen Aufsetzen des ausschreitenden Beines wegfällt oder doch wesentlich abgeschwächt ist, wird also Muskelarbeit erspart.

Geringere senkrechte Hebung.

2. Am wesentlichsten ist aber die Ersparnis an Kraftaufwand dadurch, daß beim Beugemarsch die senkrechten Hebungen des Körpers im Verhältnis zur Schrittlänge und Schrittgeschwindigkeit weit geringere sind als beim Streckmarsch. Die Aufwendung eines Teils der zum Gehen benötigten Muskelarbeit zur senkrechten Erhebung des Körpers bedeutet einen Kraftverlust, da diese Muskelarbeit nicht direkt der horizontalen Fortbewegung zu gute kommt. Dieser Kraftverlust ist also beim Beugemarsch ein geringerer. Nachstehende Tabelle giebt die Messungen wieder, welche im Mareyschen Institut bei einer und derselben marschgeübten Versuchsperson aufgenommen wurden, wobei in beiden Marscharten hervorragendes geleistet ist.

Messungen von Marey.

Marschart	Schrittlänge des Doppelschrittes	Länge des einfachen Schrittes	Dauer der Schrittzeiten in 1/100 Sekunden: ein Doppelschritt	Stützzeit jed. Fußes	Schwingung	Doppelstütz	Kopfhöhe	Senkrechte Schwankung	Mittlere Rumpfneigung zur horizontalen	Umfang der Schwankungen der verschiedenen Abschnitte der untern Gliedmaßen: Schenkel zum Rumpf	Unter- zum Oberschenkel	Fuß zum Unterschenkel
	m	m	1/100 Sekunden				m	m	Grad	Grad	Grad	Grad
Gewöhnlicher Streckmarsch	1,68	0,84	84	49	35	7	1,70	0,06	85	57	68	40
Beugemarsch . .	2,27	1,135	66	34	32	1	1,54	0,04	75	77	67	71

Von diesen Ziffern sei zunächst die Kopfhöhe hervorgehoben, welche bei derselben Versuchsperson im Streckmarsch 1,70 m, im Beugemarsch nur 1,54 m betrug: der Kopf erscheint also beim letzteren um 16 cm gesenkt, woraus ein Maßstab für die bei schnellstem Beugemarsch nötige Beugung herzuleiten ist.

Arbeitsgröße der senkrechten Erhebung.

Am bemerkenswertesten ist aber die Verminderung der Höhe der senkrechten Hebung, die beim Streckmarsch hier 6 cm, beim Beugemarsch aber nur 4 cm beträgt, also um 2 cm bei jedem Schritt geringer ist. Da nun auch der Schritt beim Beugemarsch ein längerer ist, so ergiebt sich daraus folgende Berechnung:

Marschart	Schrittlänge	Senkrechte Erhebung	Schritte über einen Kilometer	Gesamterhebung des Körpers auf 1 Kilometer Weg	Arbeit für die senkrechte Hebung in kg-M. auf 75 kg Körpergewicht
Gewöhnl. Streckmarsch	0,84 m	0,06 m	1190,3	71,41 m	5355,75
Beugemarsch .	1,135 m	0,04 m	881	35,25 m	2443,75

In dem gewählten Beispiel also, bei welchem es sich in beiden verglichenen Marscharten um schnellsten Eilmarsch handelt, beträgt die Arbeitsmenge, welche auf die senkrechte Hebung des Körpers beim Marschieren über einen Kilometer entfällt, für den Beugemarsch noch nicht die Hälfte wie für den Streckmarsch.

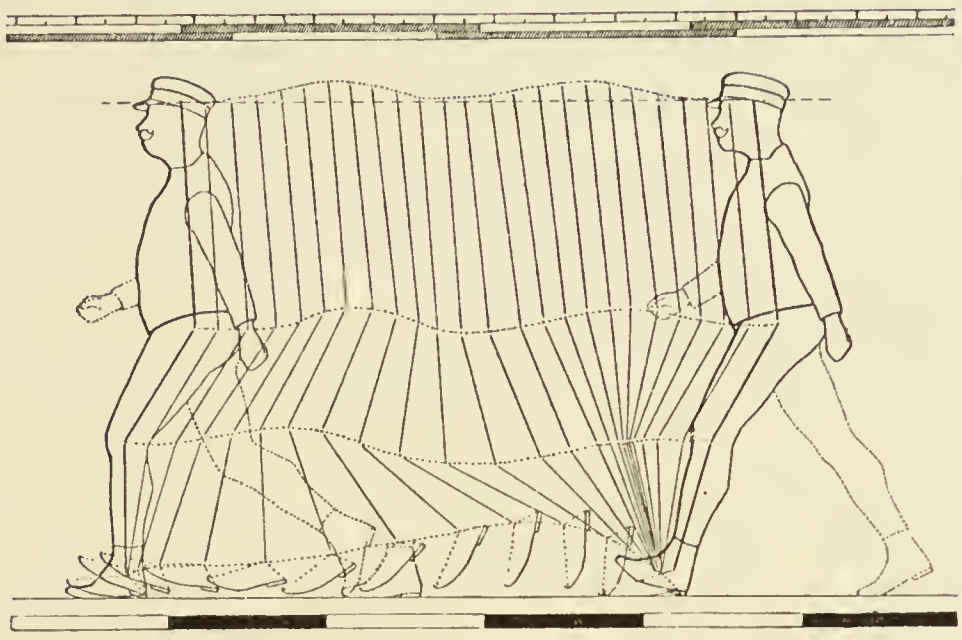


Fig. 410. Der gewöhnliche oder Streckmarsch nach einer chronophotographischen Aufnahme von Marey.
(Aus Regnault und Raoul, Comment on marche.)

3. Eine weitere Kraftersparnis, oder sagen wir bessere Ausnutzung der Kraft erweist die photographische Reihenaufnahme des Beugemarsches für das Verhältnis zwischen der Arbeit des Stützes und der Lage des Schwerpunktes. Für den Streckmarsch ist der höchste Punkt der senkrechten Erhebung, welcher zugleich dem Gipfelpunkt der Arbeit des Stützes oder des Abstemmens vom Boden entspricht,

Bessere Ausnutzung des Stützes für die Vorwärtsbewegung.

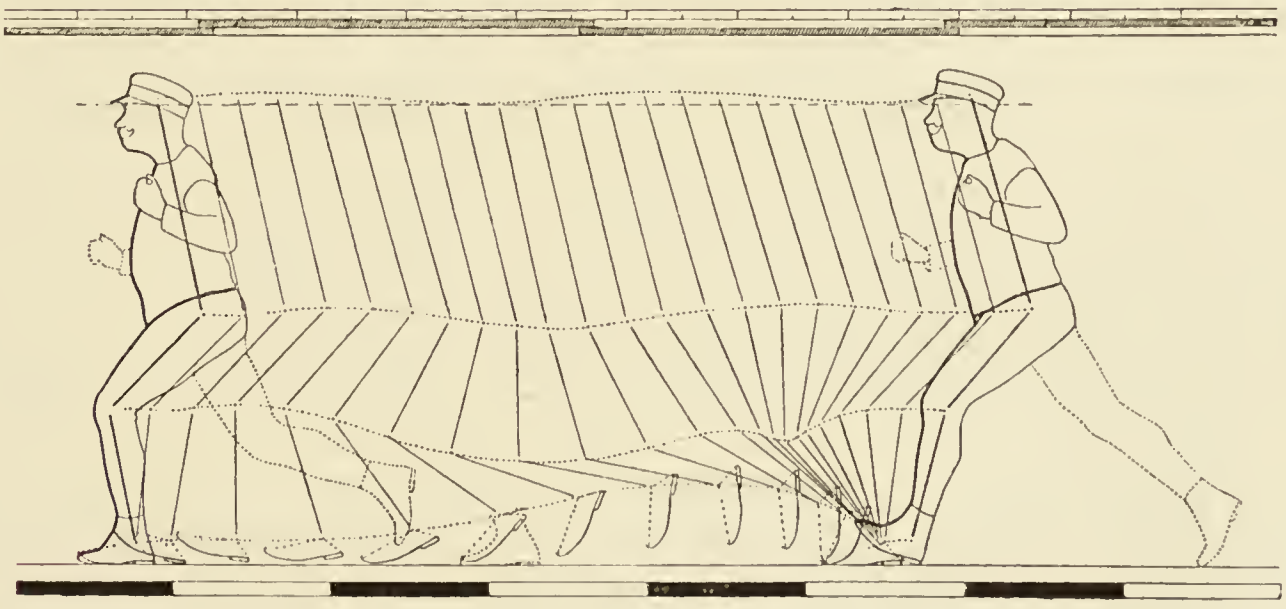


Fig. 411. Der Beugemarsch nach der chronophotographischen Aufnahme von Marey.
(Aus Regnault und Raoul, Comment on marche.)

dann vorhanden, wenn der Schwerpunkt die Unterstützungsfläche des stemmenden Fußes passiert, d. h. sich noch senkrecht über letzterer befindet, in diesem Augenblick findet die volle Streckung des Stützbeins statt. Beim Beugemarsch hat dagegen der Schwerpunkt in diesem Augenblick die Unterstützungsfläche bereits passiert, und befindet sich schon mehr nach vorwärts von der Unterstützungsfläche. Die Arbeit des Stemmens, d. h. des Streckens des Stützbeins, die sowohl in der Richtung von

unten nach oben, wie von hinten nach vorn erfolgt, wird mithin weit mehr der Fortbewegung des Schwerpunkts nach vorne in horizontaler Richtung zu gute kommen, d. h. die Muskelkraft wird zweckmäßiger und besser im Sinne der Vorwärtsbewegung ausgenutzt (s. Fig. 410 u. 411).

Geringerer Druck auf den Boden.

4. Es ist im Sinne dieses Minderaufwands von Muskelarbeit, daß auch der Druck des stemmenden Beins gegen den Boden beim Beugemarsch ein geringerer ist. Dies erweisen die Kurven des druckmessenden Apparates.

Der Beugemarsch erlaubt also nicht nur große Schnelligkeit der Fortkommens, sondern dies wird auch mit möglichst geringem Kraftaufwand bewirkt. Wer eine Wegestrecke in dieser Gangart durchmißt, staunt über die Leichtigkeit der Fortbewegung.

Schulung des Beugemarsches.

Allerdings gehört eine gewisse Schulung dazu, um diese Gangart richtig auszuführen und die Vorteile derselben auszunutzen. Man soll mit kleinen Schritten anfangen, die dann durch stärkeres Vorneigen des Rumpfes allmählich größer und schneller werden. Der erste Kilometer soll mit einer Schnelligkeit von zehn Minuten, der zweite in neun, der dritte in acht Minuten zurückgelegt werden. Letztere Schnelligkeit wird als Mittelmaß dieser Marschart angegeben. Es lassen sich für hinreichend Geübte zwar leicht noch größere Schnelligkeiten, $6^1/_2$—6 Minuten für den Kilometer, erzielen, indes ist dann die Fortbewegung im Beugelauf nützlicher. Bei schnellstem Marsch gerät man übrigens schon unwillkürlich in die Laufbewegung.

Bei den eingeübten französischen Truppenabteilungen betrug auch über unebenes Terrain, Sturzäcker u. dergl. die mittlere Schnelligkeit stets noch acht Minuten für den Kilometer. 20 Kilometer wurden so leicht, ohne zu rasten, zurückgelegt. Bei langen Märschen über 50 oder 60 Kilometer dient eine zeitweilige Abwechslung von Beugemarsch und Beugelauf zur Entspannung der Beinmuskeln und vermindert die Ermüdung.

Nach alledem ist für Dauerleistungen im Schnellmarsch der Beugegang sehr zu empfehlen. Dies nicht nur für den Marsch in der Ebene, sondern auch für den Auf- und Abstieg in bergiger Gegend. Aber, um es noch einmal zu betonen, die Gangart muß entsprechend vorgeübt sein, so daß sie halbautomatisch erfolgt.

§ 274. Eilgang nach Art des natürlichen Ganges.

Eilgang nach Art des natürlichen Ganges.

Der einfache natürliche Streckgang wird dann zur Gehübung, zum Kunstgang, wenn er erstens im Gleichmaß nach bestimmtem Takte, zweitens mit bestimmtem Schrittmaß und drittens in straffer gerader Haltung auszuführen ist. Er kann endlich auch nach Dauer geübt werden bei Übungs- oder Dauermärschen. Jedenfalls ist für die turnerische Erziehung diese Gangart die eigentliche und wichtigste.

Gehübungen bei früher Altersstufe.

Die Gehübungen sind gleich in den ersten Schuljahren mit Beginn des Turnunterrichts fleißig zu üben. Das Kind geht fast stets mit größerer Spreizweite der Beine als der Erwachsene (breitspuriger). Die Füße werden weit weniger in der Richtung nach auswärts aufgesetzt, sind mehr geradeaus, ja manchmal geradezu einwärts mit der Fußspitze gerichtet. Die Schrittlängen fallen sehr verschieden groß aus, sind also unregelmäßig. Namentlich ist beobachtet, daß die linksseitigen Schritte oft länger sind, was auf der kräftigeren Entwicklung der Muskulatur des rechten Beines beruhen mag, indem dieses kräftiger abstemmt, und das linke Bein weiter nach vorn pendeln läßt.

Haltung.

Was die Haltung bei diesem gewöhnlichen Übungsschritt betrifft, so ist das nötige früher bereits hervorgehoben. Es ist daran festzuhalten, daß im Augenblicke vor Beginn des ersten Schrittes auf den erfolgten Ankündigungsbefehl hin die militärisch-straffe Haltung eingenommen werden soll, unter Verlegung der Schwer-

linie auf die Fußballen. Erfolgt sodann der Ausführungsbefehl: „Marsch!", so hat das linke Bein — wenn nicht antreten rechts besonders befohlen ist — augenblicklich herauszufliegen, so daß der erste Schritt sofort in vorgeschriebener Schrittweite erfolgt.

Was die Schrittweite betrifft, so kann man dieselbe für den Übungsschritt auf dem Turnplatze nach der durchschnittlichen Fußlänge bestimmen, und zwar derart, daß man für die Altersstufen bis zum neunten Lebensjahre 2,5 Fußlängen, für das 10.—14. Lebensjahr 2,75 Fußlängen, für das 16. und folgende Lebensjahr drei Fußlängen als Mittelmaß nimmt. Schrittweite.

Danach würden wir folgende Übersicht erhalten:

Lebensjahr:	Mittlere Körperlänge: (cm)	Mittlere Fußlänge: (cm)	Schrittweite in 2,5 Fußlängen: (cm)	Schrittweite in 2,75 Fußlängen: (cm)	Schrittweite in 3 Fußlängen: (cm)
7	110	17	42,5	—	—
8	116	18	45	—	—
9	121—131	19,25	48	—	—
10	126—133	20	(50)	55	—
11	130—136	20	(50)	55	—
12	133—140	21	(52,5)	57,75	—
13	137—144	21	(52,5)	57,75	—
14	145—149	22	(55)	60,5	—
15	156	23	—	(62,25)	69
16	162	24	—	(66)	72
17	167	25	—	(68,75)	75
18	170	26	—	(71,5)	78

Wenn diese Ziffern auch nicht genau bestimmten Schrittwinkeln entsprechen, was bei der ungleichen Körperlänge der gleichaltrigen Schüler festzustellen keinen Wert hätte, so genügen sie doch als Mittelwerte dem praktischen Bedürfnis zur Erzielung eines gleichmäßigen, schönen und weiten Schrittes. Für die voll Erwachsenen mag dann noch die Schrittweite gesteigert werden auf 85 cm. Eine noch größere Schrittweite (Meterschritt) bedingt derartig tiefe Senkung der Schenkelköpfe, daß der Schritt unschön wird. Solch große Schrittweite zur Anwendung für längere Märsche zu üben hat wenig Sinn, da sie im Streckgang ausgeführt, beträchtliche Muskelanstrengung erfordert und daher schneller ermüdet. Anders liegt ja die Sache beim athletischen Schnellgehen — welches indes auch in anderer Hinsicht eine besondere Gangart darstellt.

Das Zeitmaß des Marsches soll nicht zu klein genommen werden. Es ist im Grunde ein klägliches Schauspiel, wenn man kräftige Turner, welche die kühnsten Übungen am Barren und Reck ausführen, mit langsamen kleinen steifen Schrittchen ihren Aufmarsch nach dem Takt der Musik ausführen sieht. Daß solche Mode aufkommen konnte, beweist, wie sehr die Pflege des Marsches auf vielen Turnplätzen darniederliegt. Die übermäßige Ausgestaltung der Ordnungsübungen („Ordnungsdrill"), die Sucht, verwickeltere, figurenreiche Aufmärsche zu erfinden, deren genaue Ausführung nur in langsamerem Zeitmaß mit kurzen Schritten möglich, hat in unserem Turnwesen die gymnastische Ausbildung des Marsches allzulange beeinträchtigt. Denn für die körperliche Entwicklung kommt es vor allem darauf an, wie gegangen, und nicht was gegangen wird. Eine eingehende Behandlung der turnerischen Marschübungen findet sich in der „Neuen Turnschule" von O. H. Jäger. Zeitmaß.

Als mittleres Zeitmaß für den schulmäßigen „Gangmarsch“ empfiehlt sich das unseres Heeres: 112—114 Schritt in der Minute. Indes soll bei den Gehübungen, um Haltung und Ausführung im einzelnen genauer überwachen zu können, das Zeitmaß auch häufiger herabgemindert werden, bis auf 50 Schritt in der Minute (beim „langsamen Schritt“ auf 15—20). Umgekehrt soll das taktmäßige Gehen zum Geschwindschritt gesteigert werden mit 150—175 Schritt in der Minute. Solch schnellster Schritt ist zugleich eine energische Willensübung, denn unwillkürlich verfällt der Übende dabei immer wieder in die Laufbewegung und muß alle Kraft zusammennehmen, um im reinen Gehen zu bleiben.

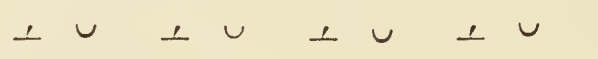
Geschwindschritt.

§ 275. Eilgang im Dreitakt.

Eilgang im Dreitakt.

Der Eilgang im Dreitakt ist ein gewöhnlicher Schnellmarsch, bei welchem nur die Taktfolge der Schritte von der gewöhnlichen abweicht. Es ist die Regel, daß beim taktmäßigen Marsche auf jeden ersten von zwei Schritten ein besonderer Nachdruck gelegt wird. Und zwar wird allgemein jedes Auftreten mit dem linken Fuß kräftiger betont. Wir pflegen im Takt zu marschieren.:

Links rechts, links rechts, links rechts, links rechts . . . oder



Die besondere Betonung des jedesmaligen Auftretens links bedarf jedesmal einer besonderen kleinen Willensanregung, während der folgende Schritt rechts so gut wie von selbst erfolgt.

Nimmt man statt dieses Zweitaktes den Dreitakt:

so vollzieht sich das markierte Auftreten folgendermaßen:

Links rechts links, rechts links rechts, links rechts links usw.

Hier fallen also erstens auf jeden kräftiger betonten Schritt nicht einer, sondern zwei fast von selbst erfolgende Schritte. Ferner hat zweitens dieselbe Hirnseite nicht alle zwei Schritte eine kleine Willensanregung zu geben, sondern erst jeden sechsten Schritt, und eine wohlthätige Abwechslung findet in der entsprechenden Thätigkeit für die beiden Gehirnhälften statt.

Wenigstens zieht diesen Schluß der Erfinder der Schrittart Prof. W. Schmoele in seinem Buch: „Makrobiotik und Eubanik“ (Bonn 1879; der zweite Teil führt den Titel: „Eubanik oder Neue Kunst, schnell und lange zu gehen ohne zu ermüden“). Zur Einübung des Ganges im Dreitakt verfaßte Schmoele zum Ersatz der Musik im $^3/_4$-Takt rhythmische Verse.

So lauten z. B. die ersten Strophen von „Der Turner Pilgerlied“ folgendermaßen:

1. **Ein** zwei drei
Ein zwei drei
Glückliche
Pilgerei!
Heute hier,
Morgen dort
Geht es von
Ort zu Ort;
Überall
Nah und fern
Sieht man die
Pilger gern.

2. **Überall**
Bringen sie
Frohsinn und
Liebe mit,
Überall
Singen sie
Lustig den
Zauberschritt
Ein zwei drei
Ein zwei drei
Das ist die
Zauberei!

Daß thatsächlich durch Gehen in dieser Taktart der Gang sich stark beschleunigen läßt, haben uns manche Versuche gelehrt, so ein Marsch über genau 25 Kilometer ohne Unterbrechung in drei Stunden 15 Minuten (das ist der Kilometer in 7 Minuten 45 Sekunden). Dabei schien auch uns das Gefühl der Ermüdung geringer zu sein als bei gewöhnlichem Eilmarsch in gleicher Geschwindigkeit. Liebhabern von Dauergängen sei ein Versuch im Dreitaktgang hiermit empfohlen.

§ 276. Das athletische Schnellgehen.

Athletisches Schnellgehen.

Das athletische Schnellgehen (walking) gilt als die schwierigste der Übungen des sogenannten athletischen Sports, der im wesentlichen aus den verschiedenen Übungen des Laufens, Gehens, Springens, Werfens und Gewichthebens besteht.

Kennzeichen des athletischen Ganges.

Die Kennzeichen des athletischen Schnellgehens in seiner klassischen für die englischen Übungsplätze festgesetzten Form sind folgende:

Es wird wie beim natürlichen Gang von der Spitze des nachgestellten Fußes auf die Ferse des vorgestellten Fußes geschritten. Daher die Gangart auch die Bezeichnung „heel and toe“, d. h. Hacken und Zeh erhalten hat. Die Beine bleiben möglichst gestreckt. Endlich — und darin unterscheidet sich das athletische Schnellgehen am meisten von dem natürlichen Gang und allen andern Gangarten — werden beim Vorschwingen eines Beines gleichzeitig Arm und Rumpf derselben Seite nach vorn geschleudert. Beim natürlichen Gang findet ja das Schwingen der Arme nach vorn im entgegensetzten Sinne zu den Beinbewegungen statt.

Ausführung des athletischen Ganges.

Was nun die Ausführung dieser Gangart betrifft, so ist dieselbe folgende.

Bei der Ausgangsstellung ist der Körper hoch aufgerichtet, der Kopf etwas nach hinten gestreckt; die Ellbogen ruhen an den Seiten, die Unterarme stehen in Beugung wagerecht nach vorne, die Hände sind geschlossen.

Zum Marsch wird das linke Bein gerade gestreckt, den Fuß leicht nach außen, mit den Fersen zuerst vor das rechte Bein gestellt. Die Schrittweite soll nicht übertrieben groß sein, d. h. die der natürlichen Pendelschwingung des Beins nicht übertreffen wollen, weil sonst die Schnelligkeit des Schrittes sich vermindert. Immerhin ist die Schrittweite eine beträchtliche. Sie soll von der Fußspitze des hinteren Fußes bis zur Ferse des vorgesetzten Fußes im Mittel etwa eine Elle = 0,914 m betragen. Rechnet man dazu für jeden Schritt noch eine Fußlänge mit 25 cm hinzu, so giebt das eine gesamte Schrittlänge von 1,164 m. Gleichzeitig mit dem linken Bein wird der linke Arm nach vorn gestoßen, um den Körper nach sich zu ziehen, während der rechte Arm balancierend nach hinten geht. Zugleich mit diesem Vorschwingen des Arms wird jedesmal auch die Schulter gehoben und damit der obere Teil der Brust gelüftet. Der rechte Fuß wickelt sich so vom Boden ab, daß in dem Augenblick, wo die Ferse des linken Fußes den Boden erreicht, der rechte Fuß nur noch mit dem Großzeh Stütz hat — also ähnlich wie bei jedem Eilgang. Der Doppelstütz darf mithin nur von verschwindend geringer Dauer sein. Es muß aber bei schnellstem Gehen streng Obacht genommen werden, daß der hintere Fuß nicht schon mit der Zehenspitze den Boden verläßt, bevor der vordere Fuß mit der Ferse den Boden genommen hat, mit anderen Worten, daß kein Laufschritt statt eines Gangschrittes entsteht. Ein solches „lifting“ macht bei Wettgehen die Leistung zu einer ungültigen.

Anübung des athletischen Gehens.

Beim Anüben des athletischen Schnellgehens muß mit ganz besonderer Sorgfalt die Arbeit der Arme, welche wie Hebel wirken um den Körper vorwärts zu ziehen, schon deshalb gelernt werden, weil diese Arbeit der gewohnten Art der Armbewegung beim Gehen gerade entgegengesetzt ist. Dagegen wird, bevor man sich an

die ganze Form dieser Gangart, wozu von Anfang größte Schrittweite gehört, gewöhnt hat, und dieselbe den Bewegungsorganen vollkommen geläufig geworden ist, die Geschwindigkeit beim Anüben zunächst gering genommen, 10—11 Minuten für den Kilometer. Erst wenn der reine Stil der Bewegung dem Übenden vollkommen eingeprägt und halbautomatisch geworden ist, wird über ganz kurze Strecken auch mit größtmöglicher Schnelligkeit geübt, und zwar muß nach gegebenem Abmarschzeichen auch sofort zur schnellsten Marschgeschwindigkeit übergegangen werden.

Einige Höchstleistungen des athletischen Gehens und die Schrittgeschwindigkeit dabei.

So wird allmählich das Ziel erreicht: große Schritte in staunenswert schnellem Zeitmaß erfolgen zu lassen. Nehmen wir die oben angeführte Schrittgröße von 1,164 m als Mittelmaß an, so würde sich die Schrittgeschwindigkeit bei feststehenden und bekannten Höchstleistungen folgendermaßen berechnen:

1. Die Höchstleistung für $^1/_6$ engl. Meile = **268 m** beträgt **57$^1/_2$ Sekunden.** Diese Strecke wäre bei einem Schrittmaß von 1,164 m zurückgelegt in 230 Schritten, das sind genau vier Schritte in der Sekunde, entsprechend einem Zeitmaß von

240 Schritt in der Minute.

2. Die Höchstleistung für eine englische Meile = **1609 m** ist **6 Minuten 29$^3/_5$ Sekunden.**
Das wären 1382,3 Schritte. Auf die Sekunde entfallen 3,55 Schritte, das entspricht einem Zeitmaß von

213 Schritt in der Minute.

3. Die Höchstleistung für fünf englische Meilen = **8045 m** beträgt **35 Minuten, 10 Sekunden.** Das wären 6911 Schritte, wovon auf die Sekunde 3,27 Schritt entfallen; mithin ein Zeitmaß von

196,2 Schritt in der Minute.

4. Die Höchstleistung für 30 englische Meilen = **48270 m** beträgt **vier Stunden, 46 Minuten 52 Sekunden.** Das wären 41612 Schritte, wovon 2,41 auf die Sekunde entfielen. Das Zeitmaß wäre also

144,6 Schritt in der Minute.

Mit der Größe der zurückgelegten Entfernungen nimmt gesetzmäßig die Schnelligkeit der Bewegung, d. h. die Schnelligkeit der Schritte ab. Möglich, daß auch die volle Schrittgröße bei längerem Gehen nicht innegehalten werden kann.

Vergleichung mit anderen Marschschnelligkeiten.

Die wenigen mitgeteilten Leistungen werden in ihrem vollen Wert erst erkannt, wenn man die erzielte Durchschnittgeschwindigkeit auf den Kilometer berechnet und mit andern guten Marschleistungen vergleicht.

		1 Kilometer zurückgelegt in Minuten	Sekunden
Deutsche Armee:	1. Gewöhnlicher Marsch	10	57
	2. Sturmmarsch	10	25
Französische Armee:	Geschwindschritt	13	46
	Eilschritt	11	6
	Turnschritt	7	18
Schnellmarsch von 150 Schritt in der Min. bei 0,76 m Schrittlänge nach Mareys Vorschlag		8	46
Guter turnerischer Schnellmarsch		7	30
Schnellster Beugemarsch		5—6	—

	1 Kilometer zurückgelegt in Minuten	Sekunden
Dem gegenüber im athletischen Gehen:		
1. Kleine Strecke von 268 m .	3	38
2. Strecke von 1609 m	4	2
3. Strecke von 8045 m	4	22
4. Strecke von 48270 m . . .	5	56

Eine derartige Leistungsfähigkeit wird allerdings nur mit heroischer Ausdauer erkauft. Das athletische Gehen ist nichts weniger als eine Gangart, welche größte Schnelligkeit und Dauer dadurch ermöglichen will, daß die Muskelanstrengung auf das mindest erforderliche Maß herabgesetzt und die aufgewendete Muskelarbeit für die Fortbewegung im mechanischen Sinne möglichst zweckmäßig ausgenutzt wird. Im Gegenteil erfordert die Innehaltung dieser Gangart außergewöhnliche Muskelanstrengung. Die Heftigkeit dieser Anstrengung und die damit verbundenen Dehnungen und Zerrungen der Muskeln erzeugen auch beim Geübteren stets starke Muskelschmerzen. Vor allem stellt sich gleich zu Beginn solcher Gehübungen jedesmal ein unerträglicher Schmerz am Schienbein ein. Nur wer diese Schmerzhaftigkeit mit fester Willenskraft zu überwinden und zu verbeißen versteht, vermag sich zu nennenswerten Leistungen im Schnellgehen herauszubilden. Anstrengung beim athletischen Gehen.

Für das Jugend- und Volksturnen hat das athletische Schnellgehen keine Bedeutung. Denn die Anübung dazu ist eine derart eingreifende, daß sie während der Vorbereitungszeit jede andere Art von Übung in einseitiger Weise völlig ausschließt.

§ 277. Wanderungen und Turnfahrten.

Wanderungen und Turnfahrten.

Bei Wanderungen und Turnfahrten wird der Marsch als Dauerübung betrieben. Denn die Turnfahrten der Schüler und Erwachsenen sollen stets eine ansehnliche Marschleistung darstellen. Für solche Übungsmärsche und Wanderungen mögen folgende Gesichtspunkte gelten:

1. Die zu bewältigende Strecke muß der Marschfähigkeit der Teilnehmer angemessen sein, beträchtliche Leistungen mute man nur geübteren Turnern zu. Keinesfalls soll der Marsch zu Erschöpfungserscheinungen führen, wie sie als „allgemeine Muskelermüdung“ in § 74 beschrieben sind. Es ist hervorzuheben, daß das Kindesalter vor beginnender Entwicklung zwar hervorragend geschickt ist zu Schnelligkeitsbewegungen, nicht aber zu erschöpfenden Dauerübungen, welche hier besonders schlecht ertragen werden. Marschstrecke

2. Die zu bewältigende Strecke ist nicht einseitig nach Zahl der Kilometer abzuschätzen, sondern die Beschaffenheit des Weges ist mit in Betracht zu ziehen. Eine Entfernung, die auf ebener fester Landstraße bequem zurückgelegt werden kann, führt zur Anstrengung, und erfordert womöglich das Doppelte an Kraftaufwand bei sandigem oder stark aufgeweichtem Boden. Weitere erschwerende Hindernisse sind widriger Wind, durch den zu überwindenden Winddruck, und die Beeinträchtigung der Ausatmung; ferner Staub, Regen, Schnee, sowie starke Hitze. Beschaffenheit des Weges.

3. Die beste Marschzeit ist der frühe Morgen, da man dann am frischesten zum Wandern ist. Unmittelbar nach der Mahlzeit soll man sich keine Marschanstrengung zumuten. Nachtmärsche sind nie unbedenklich. Sie ermüden stärker, da das Gehen im Dunkeln stets mehr oder weniger das Gefühl der Unsicherheit erzeugt. Die Entbehrung des gewohnten Schlafs, an dessen Stelle eine anstrengende Muskelthätigkeit gesetzt wird, erzeugt leicht Blutandrang zum Gehirn. Marschzeit. Nachtmarsch.

Marschpausen.

4. Der Marsch ist hier und da durch Marschpausen zu unterbrechen. Die erste wird am besten $^1/_2$ bis $^3/_4$ Stunden nach dem Aufbruch vorgenommen, da dann die Muskeln am Schienbein, wie ihre Schmerzhaftigkeit darthut, am ehesten einer Entspannung bedürfen. Danach kann länger durchmarschiert werden. Die Marschpausen sollen nur kurz sein (etwa fünf Minuten) und im Stehen erfolgen. Niedersitzen macht erfahrungsgemäß zur Ermüdung nach dem Wiederaufrichten geneigter. Vor Erklimmung einer steileren Anhöhe ist gleichfalls ein kurzer Halt zu machen, um mit frischer Kraft und ruhigem Atemgang das Steigen zu beginnen.

Zunehmende Schnelligkeit.

5. Beim Marsch über längere Strecken schreite man nicht von vornherein in lebhaftestem Zeitmaß, sondern beginne langsamer und laufe sich allmählich in schnellere Gangart ein. Es gilt für die Jugend sowohl wie für Erwachsene, daß langsamer, schleppender Marsch weit ermüdender wirkt und eher Ruhebedürfnis weckt, als ein frischer Schnellmarsch. Wenn der Soldat in voller Ausrüstung den Kilometer in noch nicht 11 Minuten zurücklegt, so sollte eine Abteilung von erwachsenen Turnern, in leichtem Gewand und unbelastet, den Kilometer in höchstens 10 Minuten zurücklegen, Schüler von 15—17 Jahren in 12 Minuten — günstiger Marschweg vorausgesetzt. Geübtere Turner sollen hier und da einen Schnellmarsch über 20—25 Kilometer mit einer Durchschnittsschnelligkeit von 8—9 Minuten für den Kilometer versuchen.

Empfehlenswert ist es, bei solchen Schnellmärschen die Gangbewegung etwa alle $1^1/_2$ Stunden durch einen kurzen Dauerlauf von 7—10 Minuten zu unterbrechen.

Kleidung.

6. Hinsichtlich der Bekleidung beim Übungsmarsch oder längerer Wanderung ist in allererster Linie wichtig ein gutes bequemes schon etwas ausgetretenes Schuhwerk. Nur nicht in neuen Stiefeln marschieren! Im übrigen sei die Kleidung bequem, an keiner Körpergegend beengend, und der Witterung angemessen. Wer genügend abgehärtet ist, wird selbst bei mäßiger Winterkälte (bis zu — 2^0) den Überzieher verschmähen. Andernfalls ist ein loser Wettermantel aus Lodenstoff noch am zweckmäßigsten.

Speise und Trank.

7. Hinsichtlich der Erfrischung mit Speise und Trank gilt folgendes:

Trinkwasser.

a) Gutes Trinkwasser in mäßiger Menge genossen ist beim Marsch nie schädlich. Ist das Trinkwasser sehr kalt, so warte man mit dem Trinken wenigstens, bis sich nach einem Halt von einigen Minuten der Atem beruhigt hat.

Kaffee und Thee.

b) Nächst gutem Quellwasser ist kalter Kaffee, Thee, Citronensäure in Wasser gelöst, auch Wasser mit etwas Essig als Getränk zu empfehlen und zum Mitführen in der Feldflasche am geeignetsten.

Alkoholische Getränke.

c) Was alkoholische Getränke betrifft, so ist während des Marsches ein leichter Landwein in kleineren Mengen (50—100 Gramm auf einmal, bei 6% Alkohol enthaltendem Wein also 3—6 g Weingeist entsprechend, 300—400 g im ganzen für einen 4—5stündigen Marsch) genossen, immerhin von Nutzen, wie Untersuchungen über den Einfluß kleinerer Alkoholmengen dargethan haben — und wie die Erfahrung bei anstrengenden Märschen und Bergwanderungen beweist. Sowie aber dies Maß überschritten wird, wirkt Alkohol lähmend, beeinträchtigt also die Muskelarbeit. Namentlich sei vor dem Biergenuß gewarnt: ein Liter Bier enthält schon 35 g, ein halbes Liter $12^1/_2$ g Weingeist. Der erfahrene Wanderer weiß auch, daß Biergenuß während der Wanderung die Leistungsfähigkeit und Frische bald herabsetzt.

Schnaps ist ganz und gar zu verwerfen, namentlich auch die beliebte Art, in den „überhitzten" Magen erst ein Gläschen Schnaps zu gießen, um dann ein Quantum Bier folgen zu lassen.

d) Die Nahrung bei längeren Märschen sei kräftig und konzentriert. Als Frühstück ein Teller Suppe, oder Kaffee mit etwas Brot; Mittags — falls überhaupt warmes Mittagbrot bei einem Tagemarsch vorgesehen ist; häufig kann dies entfallen — wenig kräftige Suppe, leichte Fleischspeise mit mäßiger Menge von Zugemüse. Ein reichlicheres Mittagsmahl taugt nicht für stramme Fußwanderungen. Zum Mitnehmen für unterwegs empfiehlt sich eine Tafel guter Chokolade, oder gesottene Eier, gute Fleischwurst, Büchsenfleisch, leichter Käse. Nahrung.

e) Bei mehrtägigen Wanderungen ist auf die Fußpflege besonderes Gewicht zu legen: Abends Abreiben der Füße mit kaltem Wasser; bei Fußschweiß: Einpudern der Fußsohle mit Salicyl-Streupulver (3 Teile Salicylsäure, 10 Teile Mehl, 87 Teile gepulverter Talkerde) oder mit einer Salbe von Salicylsäure und Hammeltalg. Blasen an den Füßen sollen nicht unterwegs geöffnet werden, sondern sind des Abends im Quartier seitlich zu öffnen und mit einem Salicylsalbe-Druckverband (auch Borsalbe in Zinntuben ist nützlich) zu verbinden. Fußpflege.

f) Das lästige Wundwerden (sog. Wolf) zwischen den Oberschenkeln, am Damme und am Hodensack, ist ebenfalls durch Einpudern mit Salicyl-Streupulver zu beseitigen. Wundreiben.

g) Auf die Darmentleerung ist bei mehrtägigen Wanderungen besonders zu achten. Bei Verstopfung ist ein mildes Abführmittel (1—2 Theelöffel Brustpulver) am Platz. Gegen Durchfall nehme man etwas Opiumtinktur (10 Tropfen auf Zucker) oder besser Tannigenpulver (je 1 Gramm in Oblatenkapsel) mit. Bei Durchfall heftigerer Art, so daß der Weitermarsch in Frage steht, ist das sicherste, durch eine Gabe Rizinusöl (1 Eßlöffel auf schwarzem Kaffee, oder 3 Rizinus-Gelatine-Kapseln zu je 5 Gramm) die gährenden Massen aus dem Darm zu entfernen. Der Durchfall hört dann nach einigen flüssigen Entleerungen gewöhnlich von selbst auf. Verstopfung und Durchfall.

Steigen.

§ 278. Das Steigen. Das Steigen.

Unter Steigen als Bewegungs- oder Übungsform versteht man die Erhebung des Körpers mittels einer Schrittbewegung, welche in mehr oder minder zum Horizont geneigter Richtung erfolgt. Wir nennen diese Bewegung auch Aufwärtssteigen oder Anstieg im Gegensatz zum Abwärtssteigen, Niedersteigen oder Abstieg, bei welchem der Körper in zum Horizont geneigter Richtung nach abwärts getragen wird.

Das Steigen kann erfolgen:

1. Auf schiefer Ebene (Böschung, Anhöhe, Berg).

2. Auf horizontalen Platten, welche übereinander mit in der Regel gleichen Zwischenräumen in der Richtung einer schiefen Ebene angeordnet sind: Treppe; Treppenleiter.

3. Auf in gleicher Weise angeordneten Stäben (Leiter), Stricken oder Drähten (Strick- und Drahtleiter).

Doch ist zu bemerken, daß beim Besteigen einer Leiter nur selten eine reine Steigbewegung bloß mittels der Beine erfolgt. Meist wird die Mitarbeit der Arme zu Hilfe genommen, und das Steigen wird dadurch zum Klettern. Diese Mitarbeit der Arme macht sich bei den Leitern nötig, weil auf den Leitersprossen die Klettern.

Füße nur eine sehr kleine, und bei der Seil- und Drahtleiter dazu auch noch schwankende, also doppelt unsichere Stützfläche finden. Mittels der Arme gewinnt der Körper also neue Stützpunkte. Nicht nur das. Die Arme helfen auch von ihren Stützpunkten aus durch Ziehen (Beugen) oder durch Stemmen (Strecken) den Körper aufwärts bewegen.

Der Bewegungsmechanismus beim Steigen.

§ 279. Der Bewegungsmechanismus beim Aufwärtssteigen auf schiefer Ebene.

Die Bewegung des Aufwärtssteigens auf schiefer Ebene, also eine Anhöhe hinan, entwickelt sich aus der Fortbewegungsart beim Gehen.

Steigen bei ganz sanft ansteigendem Boden.

Nehmen wir z. B. an, die Ebene, auf welcher mit natürlichem Gang geschritten wird, werde allmählich aus der Horizontalen zu einer sanft ansteigenden, etwa bis zu 2,5—3°, so ist das Ansteigen vom Gehen auf der horizontalen Ebene kaum zu unterscheiden.

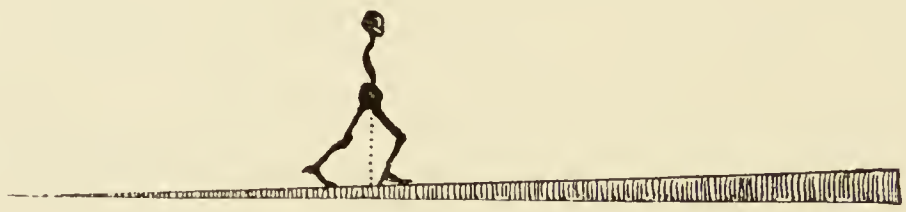


Fig. 412. Steigen auf ganz sanft ansteigender Ebene.

Wir fanden beim natürlichen Gehen für jeden Schritt eine durch das Abstemmen des Stützbeins bewirkte senkrechte Erhebung des Körpers, der eine gleich große Senkung folgt, sobald das abstützende Bein den Boden verläßt, und als Hangbein zu schwingen beginnt. Wird nun diese Erhebung etwas größer, während die nachfolgende Senkung dieselbe bleibt, so ist der Körper bei jedem Schritt um die Höhe des Unterschieds thatsächlich gestiegen.

Beträgt z. B. auf sanft ansteigendem Wege die jedesmalige senkrechte Erhebung des Körpers bei einem Schritt 0,06 m statt 0,04 m auf der Horizontalen, während die nachfolgende Senkung des Körpers dieselbe bleibt, also 0,04 m, so erfolgt eine Aufwärtsbewegung für jeden Schritt um

$$0{,}06 - 0{,}04 = 0{,}02 \text{ m}.$$

Auf einen Kilometer Wegelänge würde man bei einer Schrittgröße von etwas über 0,66 m 1500 Schritt gemacht haben, und $1500 \times 0{,}02 = 30$ m gestiegen sein, auf 10 Kilometer aber 300 m. Bei einem Körpergewicht von 75 kg wäre dieses also um 300 m gehoben worden, und die Steigarbeit betrüge (neben der Geharbeit im horizontalen Sinn)

$$75 \times 300 = 23{,}500 \text{ kg-M}.$$

Gleichwohl würde man bei einem so sanften Anstieg sich kaum der Arbeit des Steigens bewußt werden.

Bewegung bei stärker ansteigendem Boden.

Anders werden diese Verhältnisse, sobald die zu ersteigende schiefe Ebene stärker geneigt ist. Die aufgenommenen Druckkurven zeigen dann gegenüber dem Gehen in der Ebene folgende Besonderheiten:

Längerer Doppelstütz.

1. Die Zeit des Doppelstützes ist beim Steigen stets größer als beim einfachen Gehen, wo sie bei langsamerem Gang $^1/_6$ der Schrittdauer beträgt, um bei schnellstem Gange nahezu gleich Null zu werden. Der hintere Fuß drückt noch auf

den Boden, und zwar mit stärkstem Druck, während der vornaufgesetzte Fuß bereits seine Stützthätigkeit begonnen hat. Diese Zeit des Doppelstützes, wo also beide Füße gegen den Boden stemmen, ist zugleich die Zeit der Erhebung des Körpers (Fig. 413 a b).

Übertragung der Hebung des Körpers mehr auf das vornaufgesetzte Bein.

2. Am Ende des Stützes des hinteren — oder bei Anfang des Stützes des vornaufgesetzten Beins prägt sich die Arbeit der Hebung des Körpers durch besonders starke Druckerhebung in der Kurve aus (bei a in Fig. 413).

Diese senkrechte Erhebung ist bei ganz flach aufsteigender Ebene (oder bei sehr wenig geneigter Treppe) noch dem hinteren abstemmenden Bein überlassen, also wie beim Gehen auf der horizontalen Ebene. Je steiler aber der Anstieg wird, um

Fig. 413. Druckkurve des Treppensteigens nach Marey. — R Kurve des rechten, L des linken Fußes; a b Zeit des Doppelstützes.

so mehr — und dies ist charakteristisch für die Steigbewegung — überträgt sich die Arbeit der Hebung des Körpers auf das vornaufgesetzte Bein, über welches dann also der Schwerpunkt schon gebracht sein muß.

Die Streckmuskeln des gebeugt vornaufgesetzten Beines sind zu dieser Kraftleistung in die günstigste Lage versetzt: sowohl der Gesäßmuskel und der vierköpfige Schenkelstrecker, als endlich — durch das Tieferstehen der Ferse beim Aufruhen der Fußsohle auf dem geneigten Boden — der Wadenmuskel sind stark gedehnt. Das Vornaufsetzen des vorderen Beins ist also zugleich eine ausholende Thätigkeit für die Streckmuskeln. Andererseits ist die Streckkraft des hinteren Beines schon verbraucht, währenddem das vordere Bein nach vorn und aufwärts gesetzt wird.

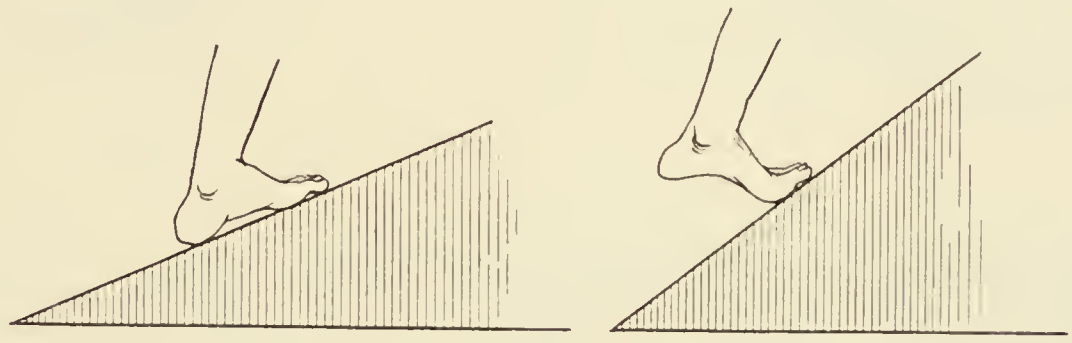


Fig. 414 a. Aufsetzen der ganzen Fußsohle bei mittlerer Steile des Bodens.

Fig. 414 b. Aufsetzen nur der Fußspitze bei sehr starker Steile des Bodens.

Aufsetzen des vorderen Beins.

Nämlich beim Steigen auf stärker geneigter Ebene ist keine Rede von einem pendelartigen, mit geringem Muskelanstoß erfolgendem Vorschwingen des freien Hangbeins. Letzteres muß vielmehr mit einer willkürlichen, nach der Steile des Weges bemessenen Beugebewegung erhoben und aufwärts gesetzt werden. Auch zu dieser Muskelthätigkeit werden beim Steigen die betreffenden Muskeln (die Beuger des Beins) durch die vorhergehende Bewegung (die starke Streckbewegung am Ende des Stützes) in ausholender Weise gedehnt. Jeder Akt der Gesamtbewegung ist also beim Steigen zugleich ein günstiges Ausholen für den folgenden Bewegungsakt. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei einer verwandten Bewegung, nämlich dem Radfahren, sowie beim Rudern.

Horizontale Schwankung des Körpers.

Die horizontalen Schwankungen des Körpers von rechts nach links sind bei langsamem Steigen besonders ausgesprochen, und stets stärker als bei entsprechendem Gang auf ebenem Boden.

Aufsetzen des Fußes.

Der vornaufgesetzte Fuß trifft — wenn die Steigung des Bodens nicht mehr ganz geringfügig ist — nicht mit der Ferse zuerst den Boden, sondern wird entweder gleich mit der ganzen Sohle, oder mit der Fußspitze zuerst aufgesetzt. Da der mögliche Winkel zwischen Fuß und Unterschenkel im Sprunggelenk nie kleiner als 60—55° sein kann, so kann schließlich bei einem entsprechenden Grad von Steile die Ferse den Boden überhaupt nicht mehr berühren: die Steigbewegung findet dann nur noch auf den Fußballen statt (Fig. 414b). Damit ist die Haftung des Fußes gegen den Boden auf der abschüssigen Ebene sehr erschwert; es kommt schließlich ein Grad von Steile, wo nur auf rauhem Boden und mit rauhen Schuhsohlen (genagelte Bergschuhe), oder mit nackten Füßen, welche an den Boden sich anklammern und festsaugen können, ein Aufstieg überhaupt noch möglich ist.

Sehr starker Grad von Steile des Bodens.

Fig. 415.

Fig. 416.

Ungleicher oder loser Boden.

Ist der Boden dabei ungleich gestaltet, so sucht der aufwärts zu stellende Fuß bei jedem Steigeschritt gewissermaßen tastend eine weniger geneigte, mehr Halt gebende Stelle; ist der Boden lose (feines Gerölle, Sand, Schnee), so daß jeder Schritt einen Eindruck bewirkt, so gewinnt der Steigende dadurch eine bessere Haftfläche, daß er entweder die Füße stark auswärts setzt, oder daß er nicht geradeaus, sondern seitwärts gerichtet in Zickzackbahn geht, um möglichst wieder die ganze Fußfläche aufsetzen zu können.

Vorneigung des Körpers.

Der ganze Körper wird bei etwas steilerem Anstieg vorwärts geneigt unter Beugung im Sprung- und Hüftgelenk, gleich als ob der Körper eine Last auf dem Rücken trüge (Fig. 415). Diese Vorwärtsneigung wächst unwillkürlich bei zunehmender Steile. Nur bei sehr hohem Grad von Steile ist ein zunehmendes Vorneigen des Körpers nicht mehr möglich, ohne daß die Kniee und die vorwärtshängenden Arme den Steilhang berühren. Die Hände werden dann notgedrungen zum Stützen und Festhalten benutzt und bewegen sich gleichsinnig mit den Beinen; aus dem Aufwärtssteigen wird dann ein Aufwärtsklettern.

Erleichterung beim Steigen bietet die Zuhilfenahme der Stützthätigkeit eines Armes mittels eines Wanderstabs oder Bergstocks. Wird derselbe vorwärts aufgesetzt, so ermöglicht er dem Körper stärkste Vornüberneigung und damit vorteilhafteste Verlegung des Schwerpunktes nach vorn über das vornaufgesetzte Bein, indem er das Vornüberfallen dabei verhindert. Wird der Stab neben oder hinter dem vorderen Bein aufgesetzt, so vermag der Arm durch seine Stützthätigkeit die Erhebung des Körpers zu fördern (Fig. 416). Gebrauch eines Wanderstabs.

Was das Aufwärtslaufen betrifft, so ist solches nur bei wenig oder mäßig ansteigendem Boden vorteilhaft. Da beim Lauf die Beine, während des Freifliegens gewissermaßen unter dem Körper weggezogen, für jeden Laufschritt einen bestimmten Bogen über dem Boden beschreiben, so ist es klar, daß beim Laufen auf eine Anhöhe hinauf mit zunehmender Steile die Sehne dieses Bogens und damit die Länge des Laufschrittes immer kürzer werden muß. Schließlich ist mit der Laufbewegung nicht so viel Terrain zu gewinnen als mit der Schrittbewegung. Aufwärtslaufen.

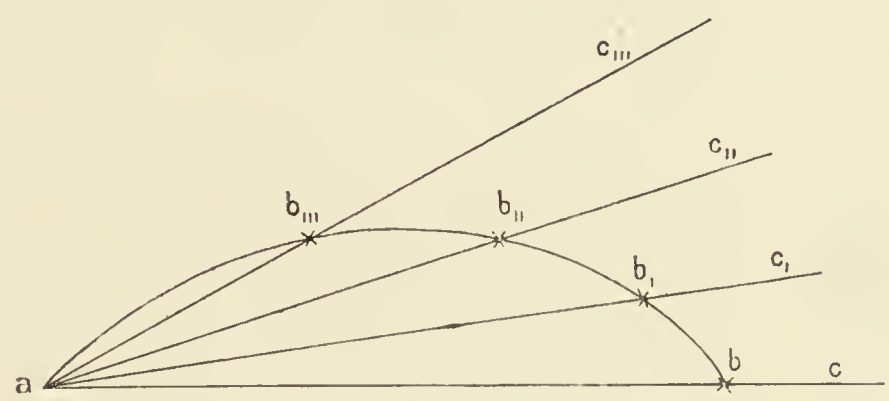


Fig. 417. ab ein Laufschritt auf der Horizontalen ac. Auf der schiefen Ebene ac_1 trägt dieser Schritt nur bis b_1, auf ac_{II} nur bis b_{II}, und auf ac_{III} nur bis b_{III}.

Beim Hinanstürmen auf eine steilere Anhöhe finden deshalb auch keine Laufbewegungen, sondern nur stärker beschleunigte Schrittbewegung aufwärts statt. Liegt vor einem nicht allzu hohen, durch „Stürmen" zu nehmenden Steilhang eine horizontale Ebene, so kann auf letzterer vorher ein kräftiger Anlauf genommen, und die dadurch dem Körper mitgeteilte lebendige Kraft für die ersten Steigschritte, wenn sie sehr schnell einander folgen, aufs wirksamste verwendet werden. Auf diese Weise lassen sich Anhöhen nehmen (z. B. sehr steile Böschungen, Schrägmauern u. dergl.), die zwar nur von beschränkter Höhe sein dürfen, die aber andererseits zu steil sind, um ein einfaches Hinansteigen zu gestatten. Erstürmen einer Anhöhe.

§ 280. Das Aufwärtssteigen auf einer Treppe.

Aufwärtssteigen auf einer Treppe.

Auch beim Treppensteigen wird, und zwar um so mehr, je eiliger gestiegen werden soll, der Rumpf vornüber gebeugt, und es überträgt sich die Steigarbeit immer mehr auf das vornaufgesetzte Bein. Nur mit dem wichtigen Unterschied, daß die horizontalen Platten der Treppe stets dem Fuß eine sichere Unterstützungsfläche gewähren, und selbst bei sehr steilen Treppen eine solche Unsicherheit der Haftung des Körpers, wie sie bei entsprechend steiler Ebene vorhanden ist, nicht eintritt. Infolgedessen können mittels Treppen die steilsten Steigungen, bis nahe zur Senkrechten überwunden werden, während eine geneigte Ebene schon bei einem viel geringeren Winkel zur Horizontalen nicht mehr ersteigbar ist.

Je nach der senkrechten Höhe der Treppenstufen übereinander, je nach deren Breite, und damit auch je nach der größeren oder geringeren Steile der ganzen Treppe ist diese mehr oder weniger bequem und schnell zu ersteigen. Sind die Stufen so schmal, daß nicht der ganze Fuß, sondern nur die Ballen auf- Höhe und Breite der Treppenstufen.

gesetzt werden können, so ist das Steigen unsicher und unbequem. Da solche Treppen sehr steil sind, der Stützpunkt des obenaufgesetzten Fußes sich in der horizontalen Richtung nur wenig vor dem Stützpunkt des untenaufstehenden Fußes befindet, so kann der Rumpf nicht nach vorn gebeugt werden. Der Schwerpunkt wird mehr in einer der Senkrechten sich nähernden Richtung gehoben. Die Aufwärtsbewegung erfordert mehr Anstrengung. Ebenso steigt man unbequem auf zu breiten oder zu niedrigen Treppenstufen. Da die gewöhnlichen Treppen allenthalben ziemlich ähnliche Verhältnisse in Bezug auf Höhe und Breite der Stufen besitzen (die Treppenstufen werden meist 15—20 cm hoch, und 25—30 cm breit angelegt, was einem Steigungswinkel von 35—30° entspricht), so ist eine bestimmte Art der Steigbewegung unsern Bewegungsorganen besonders geläufig und halbautomatisch geworden. Jede Abänderung der gewohnten Verhältnisse in der Anlage der Treppen macht daher leicht stolpern, wenn nicht unausgesetzt auf jeden Schritt beim Steigen Obacht gegeben wird.

Überhohe Stufen.

Fig. 418. Sprungartiges Steigen auf überhoher Stufe.

Sind die zu ersteigenden Stufen so hoch, daß das Hüftgelenk und das Kniegelenk des vornaufgesetzen Beines in einer wagerechten Linie liegen, oder gar das Kniegelenk höher steht als das Hüftgelenk, so kann der Schwerpunkt nur dadurch über den Stützpunkt des vorderen Beines gebracht, und können die Strecker des vornaufgesetzten Beines nur dadurch überhaupt wirksam werden, daß das hintere Bein, nach leichter vorgängiger Beugung, mittels eines sprungartigen Aufschnellens sich vom Boden stößt, und den Schwerpunkt nach oben und vorn wirft. Sowie der Schwerpunkt hoch genug gekommen ist, um den Streckern des vorderen Beines volle Wirksamkeit zu gestatten, vollenden die Strecker die angefangene Bewegung und bringen den Körper vollends zum Stand auf der höheren Stufe (Fig. 418).

Steigen, Klettern und Klimmen.

§ 281. Steigen, Klettern und Klimmen auf der Leiter.

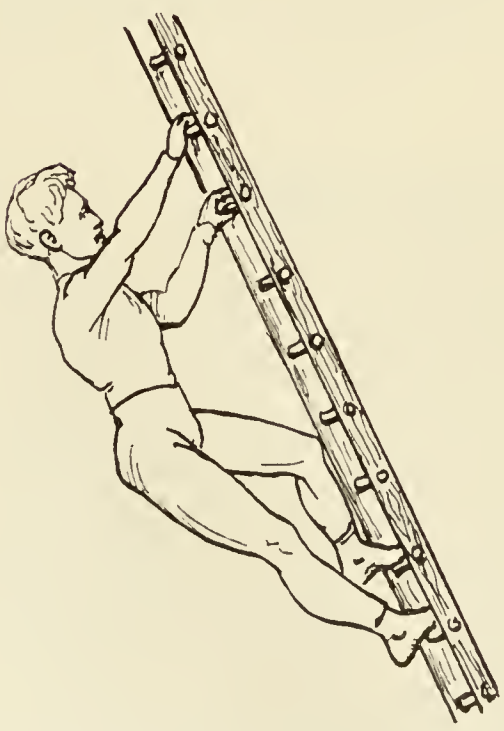


Fig. 419.

Beim Steigen auf der Leiter hat der Fuß als Unterstützungsfläche nur die quere Sprosse der Leiter. Das Aufwärtssteigen ohne Unterstützung der Hände ist daher ein sehr unsicheres, erfordert unausgesetztes Balancieren des Körpers, und ist allenfalls auf der schrägen Holzleiter möglich, so gut wie gar nicht aber auf der Strick- und Drahtleiter.

Abwärtssteigen.

Gewöhnlich werden beim Leitersteigen unter Vorwärtsneigen des Körpers die Holme oder Leitersprossen mit den Händen gefaßt, und diese im Gegensinne zu den Beinen bewegt: mit dem Steigetritt links greift die rechte Hand aufwärts und so fort. Wir nennen diese Bewegung nicht mehr Steigen, sondern Aufwärtsklettern. Dabei stützen entweder die Arme den Körper nur soweit, daß er nicht vornüber auf die Leiter fällt, und sichern die Gleichgewichtserhaltung, oder sie helfen den Beinen bei der Steigarbeit, indem sie durch Beugung des gestreckt aufwärtsfassenden Armes den Körper nach sich in die Höhe ziehen. Diese Bewegung des

Schwerpunkts nach oben durch die Zugkraft der Arme nennt man Klimmen. Steht die Leiter beinahe senkrecht, ganz senkrecht oder gar über die Senkrechte hinaus nach rückwärts (Klettern an der Rückseite der schrägen Leiter; Klettern auf einer Feuerwehrleiter, die mit ihrem oberen Ende auf einem vorspringenden Gesims festhängt, während das untere Ende sich an die zurückliegende Hauswand anlehnt usw.), so hängt der Körper an den Armen, so daß er nicht nach hinten abfällt (Fig. 419). Klimmen.

Auf weitere Geräte, wie Sprossenmast, Knotentau, Kletterwand usw. braucht hier nicht eingegangen zu werden, da die Art der Aufwärtsbewegung hier keine grundsätzlich verschiedene ist.

§ 282. Abwärtssteigen.

Abwärtssteigen.

Während es beim Aufsteigen galt, die Schwerkraft zu überwinden und die Körperlast zu heben, kommt es umgekehrt beim Abstieg darauf an, die beschleunigende Wirkung der Schwerkraft nach abwärts in eine gleichmäßige periodische Bewegung zu verwandeln, und mit jedem Schritt den Fallsturz aufzuhalten. Dies geschieht beim Niedersteigen auf mäßig geneigter Ebene oder Treppe (Fig. 421) dadurch, daß der Schwerpunkt so lange auf dem hintern langsam sich beugenden Beine ruht, bis das vordere, erst gebeugte und pendelartig vorschwingende, dann gerade gestreckte Bein den Boden, beziehungsweise die nächst untere Treppenstufe erreicht hat. Dabei wird der Körper gestreckt gehalten, ja bei stärkerer Steile etwas nach hinten gebeugt, so als ob er vorne eine Last trüge. Sowie das vordere gestreckte Bein Boden gefaßt hat, übernimmt es die Tragung des Schwerpunktes, und beugt sich, um dem inzwischen vom Boden abgelösten Bein zu gestatten, daß es einen neuen Stütz abwärts suche usw.

Bewegung beim Abstieg.

Fig. 420.

Es ist einleuchtend, daß bei dieser Lastübertragung und Fallhemmung das Kniegelenk leicht einknicken würde, wenn nicht die Zusammenziehung vor allem des vierköpfigen Schenkelstreckers das Bein gestreckt hielte, so daß der Schwerpunkt über dem Schenkelkopf des vornabgesetzten Beins sich überträgt wie auf das Ende eines starren Stabes. Indem so die Strecker das Kniegelenk vor dem Einknicken bewahren oder beugen, wirken sie einen Moment bei jedem Schritt abwärts allein der Fallwirkung der gesamten Körperlast entgegen, und werden dadurch derart angestrengt, daß sie bei längerem Abstieg oft die Zeichen örtlicher Muskelermüdung darbieten. Thätigkeit des Schenkelstreckers beim Abstieg.

Dies ist bemerkenswert gegenüber dem Aufwärtssteigen. Denn bei diesem wird durch unausgesetzte Hebung des Körpergewichts zwar eine sehr große Arbeit geleistet, diese Arbeit ist aber auf viele Muskeln glücklich verteilt, und verursacht nur nach längerem starken Steigen örtliche Ermüdungserscheinungen. Beim Abstieg dagegen, der eine ungleich geringere Muskelarbeit — Fallhemmung des durch seine Eigenschwere abwärts strebenden Körpers — bedingt, treten trotzdem leicht örtliche Ermüdungserscheinungen auf, weil die zu leistende Arbeit ein beschränktes Muskelgebiet so gut wie ausschließlich belastet. Das Abwärtssteigen gilt daher meist für „anstrengender" als das Aufwärtssteigen.

Beim Abstieg auf einer stark geneigten Ebene (Steilhang) bohrt sich der abwärts gesetzte Fuß, wenn der Boden nicht zu hart ist, bei jedem Schritt abwärts Abstieg auf stark geneigter Ebene.

mit der Ferse oder dem Absatz geradezu in den Boden ein, um dem Körper Halt zu geben und Absturz zu vermeiden. Oder man sucht eine größere Stützfläche zu gewinnen und zugleich die Wirkung der geradeaus abwärts ziehenden Schwerkraft abzuschwächen dadurch, daß man abwärts eilt mit weit auseinander gespreizten Beinen und stark auswärts gesetzten Füßen, wobei der Schwerpunkt des Körpers von einer Seite zur andern in einer Zickzacklinie (stark ausgesprochene horizontale Schwankung) bewegt wird.

Abwärtslaufen.

Letzteres geschieht namentlich auch beim Abwärtslaufen eine geneigte Ebene hinab. Es ist oben gezeigt, daß beim Aufwärtslaufen mit zunehmender Steile des Weges die Laufschritte naturgemäß stets kleiner werden müssen, und daß bei

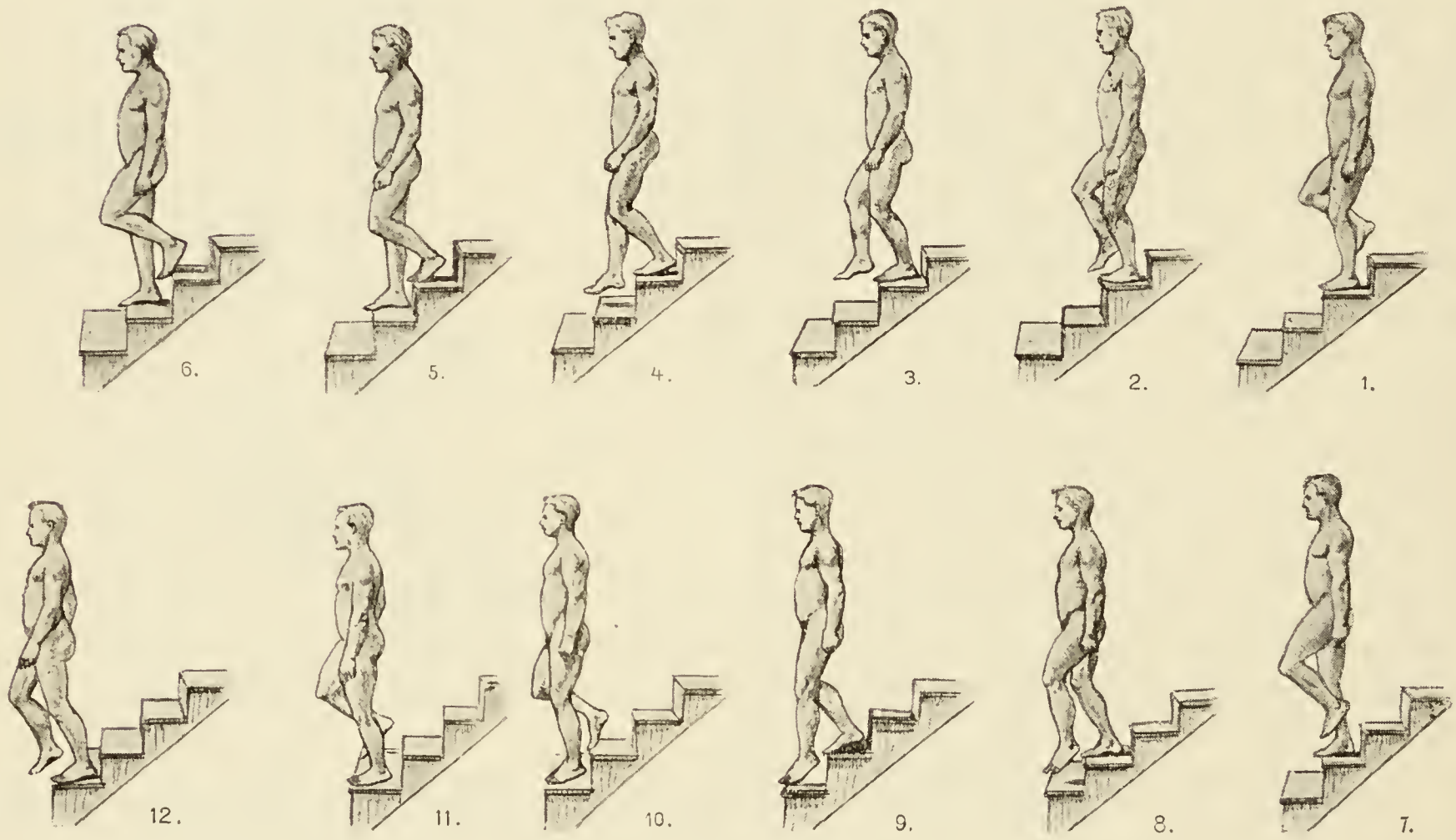


Fig. 421. Abwärtssteigen auf einer Treppe. — Reihenaufnahme von Alb. Londe in Paris.

einem größeren Neigungswinkel des Abhangs ein Aufwärtslaufen nicht mehr möglich, indem mittels der Laufbewegung kein Terrain vor- und aufwärts mehr zu gewinnen ist. Umgekehrt verhält es sich beim Abwärtslaufen. Hier wird das Maß des Laufschritts mit zunehmender Steile immer nur größer, indem der Bogen, welchen die Beine beim Freifliegen in der Luft beschreiben, sich nach abwärts um eine immer größer werdende Fallhöhe verlängert (Fig. 422). Dieser Vorteil kann indes nur bei ganz geringer Abwärtsneigung ausgenutzt, und hier thatsächlich auch weit ausgiebiger als auf der horizontalen Ebene gelaufen werden. Wird aber mit stärkerer Abschüssigkeit des Abhangs die jedesmalige Fallhöhe um so größer, so wird auch der Fallstoß um so heftiger. Die Gefahr des Stürzens und des Einknickens des Kniegelenks steigert sich, die Fallwucht wird größer als die Muskelkraft der Strecker des Kniegelenks. Instinktiv werden deshalb beim Lauf einen Abhang hinunter die Laufschritte immer kleiner genommen, und zudem durch Laufen mit seitwärts gespreizten Beinen und Bewegung in einer Zickzacklinie die gerade abwärts gerichtete Fallkraft abzuschwächen versucht.

Gefahr des Abwärtslaufens bei sehr abschüssigem Hang.

Das reine Abwärtssteigen vorwärts oder rückwärts auf der Schrägleiter ohne Stütz mit den Händen erfordert noch mehr schwierige Gleichgewichtserhaltung als das reine Aufwärtssteigen. Es zählt daher namentlich das Abwärtssteigen vorwärts auf der Schrägleiter zu den schwierigeren Gleichgewichtsübungen, und bedingt einen gewissen Mut, um die Furcht vor dem Stürzen zu überwinden. Namentlich

Abwärtssteigen auf der Schrägleiter.

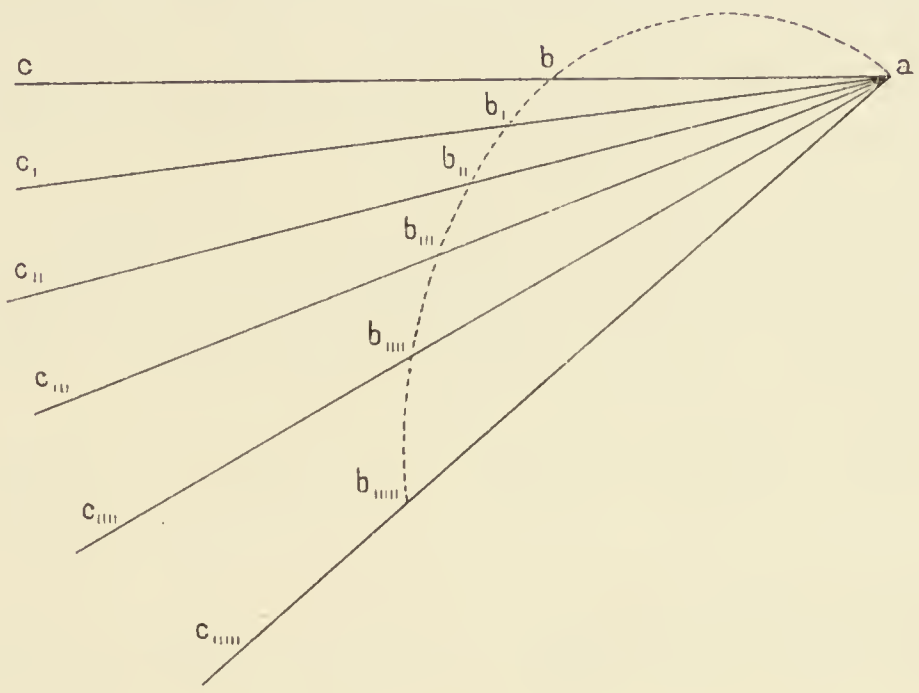


Fig. 422. Verlängerung des Laufschritts ab auf der Horizontalen ac bei zunehmender Senkung der Ebene auf der der Laufschritt erfolgt, bis zu ab,,, auf der Ebene ac,,,,.

schwierig ist solcher Abstieg in langsamem Zeitmaß. Die Übung ist besonders dann nicht so ungefährlich, wenn der Absteigende Schuhe mit etwas höheren Absätzen trägt, an welchen man leicht hängen bleiben kann.

§ 283. Die Arbeitsleistung beim Steigen.

Arbeitsleistung beim Steigen.

Bei keiner Fortbewegungsart berechnet sich der mechanische Nutzeffekt im ganzen so einfach wie beim Steigen, indem die Hebung der Leibeslast, d. h. das Produkt aus Körpergewicht und erstiegener Höhe diesen Nutzeffekt darstellt. Natürlich ist auch das Gewicht von Kleidung und sonstigen mitgenommenen Gegenständen, ebenfalls mit der Höhe multipliziert, hinzuzurechnen.

Die gesamte geleistete Arbeit ist damit aber noch nicht erschöpft. Es kommt hinzu die Arbeit der Atemmuskeln und des Herzens, welche beim Steigen eine außerordentlich vermehrte ist. Beansprucht diese Arbeit doch schon für gewöhnlich an 15 Prozent des gesamten Stoffumsatzes im Körper (Zuntz). Es ist ferner hinzuzurechnen die mit dem Steigen verbundene Fortbewegung in horizontaler Richtung. Diese Arbeit kann bei sehr sanftem Anstieg sogar die eigentliche Steigarbeit noch übertreffen, während sie bei steilerem Anstieg immer mehr gegen die Steigarbeit zurücksteht, bei Treppen- und Leitersteigen aber unwesentlich wird. —

Der Arbeitsaufwand beim Gehen auf der Ebene setzt sich, wie früher ausgeführt, zusammen aus folgenden Werten:

Arbeitsberechnung beim Gehen und Steigen.

A. Stemmendes Bein oder Stützbein: { 1. senkrechte Erhebung des Körpers, 2. horizontales Vorwärtstragen des Körpers.

B. Schwingendes oder Hangbein: 3. Beugen und Strecken des schwingenden Beins.

Je nach der Art zu gehen, wechselt die verhältnismäßige wie die absolute Größe dieser Arbeitsleistungen sehr stark. Jedoch ist der Wert von 3 stets sehr gering (0,3 kg-M.

fanden wir oben als Mittelzahl), während — abgesehen von sehr langsamem Gang — der Arbeitswert von 2 größer als der von 1 ist.

Anders beim Steigen. Hier wird die Arbeit der senkrechten Erhebung (1) mit zunehmender Steile immer größer, immer mehr ausschlaggebend und bestimmend, während die Arbeit des Vorwärtstragens in horizontaler Richtung immer geringer wird. Größer wird aber auch der Wert von 3: die Arbeit des Vor- und Aufwärtssetzens des vorderen gebeugten Beins. Dieser Wert berechnet sich allerdings mit unter 1: denn das Gewicht des bereits aufgehobenen und vorwärts gesetzten Beins braucht bei der nachfolgenden Erhebung der gesamten Körperlast nicht noch einmal mit berechnet werden.

Beispiel der Arbeitsleistung beim Gehen.

Um eine annähernde Vorstellung von der Arbeitsgröße der Muskeln beim Bergsteigen zu erhalten, nehmen wir die Ersteigung von 3000 Meter Höhe an einem Tage auf durchweg bequemen Wegen von mittlerer Steigung. Das wäre unter den gedachten Voraussetzungen gar keine übermäßige Leistung.

Wir hätten dabei zunächst folgenden Arbeitseffekt bei einem Körpergewicht von 75 kg:

$$75 \times 3000 = 225\,000 \text{ kg-M.}$$

dazu Belastung mit Kleidung,
Rucksack usw. von 5 Kilo, macht . . . . $5 \times 3000 = 15\,000$

$$240\,000 \text{ kg-M.}$$

Nehmen wir weiter an, daß die gleichzeitige horizontale Vorwärtsbewegung bei dieser Steigung 20 Kilometer betrage, und daß die Schrittlänge beim Steigen groß genug sei, um bei jedem Schritt den Körper 0,60 m in horizontaler Richtung fortzubewegen. Die dazu aufgewendete Kraft betrage entsprechend der Berechnung von Demeny für das langsame Gehen nicht mehr als 2,5 kg-M. Das wären auf den Horizontal-Kilometer 1666 Schritte mit einer Arbeit der horizontalen Fortbewegung von 4165 kg-M., und bei 20 Kilometern von 83 300 kg-M. Wir erhielten also als Gesamtarbeit der Bewegungsmuskeln die Summe von

$$240\,000 + 83\,300 = 313\,300 \text{ kg-M.}$$

Dazu käme dann noch die Arbeit des Herzmuskels und der Atemmuskeln.

Jedenfalls gehört das Bergsteigen zu denjenigen Arten von Dauerübungen, welche die größtmöglichen Arbeitssummen ohne erschöpfende Ermüdungserscheinungen zu leisten gestatten.

Einwirkungen des Hochgebirges. Bergkrankheit.

Jedoch sei ausdrücklich bemerkt, daß bei Höhen über 2000 Meter sich in Wirklichkeit noch eine ganze Reihe von Einflüssen geltend macht, welche den Körper oft noch weit mehr beeinflussen, als die bloße Muskelarbeit bei der Steigbewegung. Hier ist vor allem der Einfluß der verdünnten Luft im Hochgebirge zu nennen, welche die Bergkrankheit erzeugt. Versagen der Körperkräfte und das Gefühl vollkommener Muskelschwäche sind neben Übelkeit, Erbrechen, Verdunkelung des Sehens, und Störungen des Blutkreislaufs die hauptsächlichsten Erscheinungen dieses oft recht plötzlich eintretenden Zustandes. Weiter ist die Einwirkung der Kälte im Hochgebirge zu erwähnen. Dazu kommt das gefahrvolle Klettern an Steilhängen, das ermüdende Gehen im Schnee und Eis, und endlich die mächtige Beeinflussung des Nervensystems, welche die Erhabenheit und Einsamkeit der Hochgebirgsnatur einerseits, die stete Spannung und Aufmerksamkeit bei gefahrdrohendem, schwierigem Pfad andererseits erzeugen. Diese oft so bewundernswerten Leistungen menschlicher Thatkraft lassen sich nicht in kalten Ziffern ausdrücken.

§ 284. Einwirkung des Steigens auf den Körper.

Einwirkung des Steigens auf den Körper.

Der Übungscharakter des Steigens ist je nach der Art des Steigens ein ganz verschiedener.

Leitersteigen und -klettern.

Das Steigen und Klettern an der Holzleiter, der Draht- und der Strickleiter, mit sehr beschränkter Stützfläche für die Füße, zählt in ausgesprochenem Maße zu den Geschicklichkeitsübungen.

Steigen als Schnelligkeitsübung.

Ausnahmsweise gewinnt das Steigen den Charakter einer reinen Schnelligkeitsübung, nämlich bei schnellstem Hinanstürmen einen Abhang (oder eine Treppe) hinauf. 100 Meter hoch in schnellstmöglichem Zeitmaß einen Abhang hinaufeilen beschleunigt in gleicher Weise Herzschlag und Atmung bis zur Grenze der Leistungsfähigkeit, wie dies auch bei schnellstem Lauf etwa über 200 Meter der Fall ist. Ebenso stellt sich eine Erhöhung der Blutwärme ein. In der Ruhe kehrt zuerst die Atmung zum gewohnten Rhythmus zurück, während die Beschleunigung der Herzthätigkeit langsamer abklingt.

Versuche von Mosso über eine Höhe von 100 Metern.

Eine Reihe hierher gehöriger Versuche hat A. Mosso in seinem prächtigen Werke: „Der Mensch auf den Hochalpen", mitgeteilt. Es handelt sich um eine Höhe von 100 Metern, die in einer Steigung von 50% von einer Reihe von im Bergsteigen geübten Versuchspersonen in schnellstem Zeitmaß erstiegen wurde.

Von den Ergebnissen seien folgende mitgeteilt.

I.

	Puls (in der Minute)	Atmung (in der Minute)	Blutwärme (Grad)
Vor dem Anstieg	60	15	37,2
Anstieg 100 m hoch in 6 Min. 55 Sek.			
Kurz nach dem Anstieg	114	30	37,7
Etwa 10 Minuten später . . .	84	21	37,8

Die Atmung kehrte zur Norm zurück nach etwa 27 Minuten in der Ruhe.
Der Puls kehrte zur Norm zurück nach etwa 1 Stunde in der Ruhe.
Die Körperwärme kehrte zur Norm zurück nach etwa 1 Stunde in der Ruhe.

II.

	Puls	Atmung
Vor dem Anstieg	70	19
Anstieg 100 m in 4 Min. 33 Sek.		
Direkt nach Erreichung des Ziels etwa 1 Minute lang	fadenförmig und nicht zu zählen	
Nach $1^1/_2$ Minuten	150	31
Nach 38—40 Minuten	90—94	18
Nach 1 Stunde 40 Minuten . .	72	17

III.

	Puls	Atmung
Vor dem Anstieg	98 (aufgeregt durch Gemütsbewegung)	20
Anstieg 100 m in 3 Min. 45 Sek.		
Unmittelbar nach Erreichung des Ziels zwei Minuten lang . .	fadenförmig und nicht zu zählen	38
Nach einer weiteren Minute . .	140	33
11 Minuten nach Erreichung des Ziels	120	20
Nach $1^1/_2$ Stunde Ruhe . . .	96	18

Puls und Atmung wurden zuletzt also etwas weniger häufig wie vor dem Hinaufstürmen. Die Atmung wurde nach dem Aufsteigen zwei bis viermal so tief gefunden als vorher.

Steigen als Dauerübung.

In der Regel wird das Steigen, d. h. das Bergsteigen, als Dauerübung ausgeführt, also in einem Zeitmaß, welches Herz- und Atemthätigkeit nicht in kurzer Frist bis zur Höchstgrenze unter Eintreten von Ermüdungserscheinungen steigert, sondern nur soweit, daß die Vermehrung der Herz- und Lungenthätigkeit in gewissen Grenzen bleibt, welche eine Fortsetzung der Bewegung über eine Reihe von Stunden gestatten. Das Bergsteigen ist überall da eine bevorzugte Übung, wo man den Einfluß der Dauerübungen auf wichtige Lebensorgane besonders rein und tiefgreifend erzielen will.

Muskelbewegung beim Bergsteigen.

Das Bergsteigen setzt große Muskelmassen in Bewegung unter stetem rhythmischem Wechsel von Zusammenziehung und Erschlaffung. Diese Arbeit erfolgt unter besonders günstigen Bedingungen dadurch, daß bei jedem Akt der Bewegung die beim nächstfolgenden Bewegungsakt thätigen Muskeln gleichzeitig gedehnt werden, so daß ein stetes Ausholen der arbeitenden Muskeln stattfindet. Nach dem früher besprochenen (§ 80) Schwannschen Gesetze hebt der Muskel das größte Gewicht, d. h. ist am leistungsfähigsten, bei beginnender Verkürzung. Die anatomische Lagerung der Strecker und Beuger des Hüft-, Knie- und Sprunggelenks bedingt es, daß beim Bergsteigen die abwechselnd thätigen Beuger und Strecker stets aus dem Zustand der Dehnung heraus, das heißt mit der vollen Kraft der beginnenden Verkürzung arbeiten. So werden beim Bergsteigen größte Arbeitssummen ohne übermäßige Anstrengung und örtliche Muskelermüdung erreicht.

Einfluß auf die Körperwärme.

Die Stoffumsetzungen im Körper, welche mit einer solchen Summe von Arbeitsleistung, wie das Bergsteigen sie erfordert, verbunden sind, bleiben in den meisten Fällen nicht ohne Einfluß auf die Blutwärme. Wie wir in dem vorhin angeführten Versuche (I) eines schnellsten Steigens auf 100 Meter Höhe schon eine namhafte Erhöhung der Blutwärme um $0{,}6^0$ erfolgen sahen, so tritt bei längerem anstrengenden Bergsteigen eine solche Steigerung der Körperwärme ebenfalls bei den meisten Bergsteigern ein, und kann selbst $1—2^0$ betragen, d. h. vorübergehend Fieberhöhe erreichen. Allerdings walten hier je nach dem Grade des Geübtseins und je nach dem Grade der Vollkommenheit, mit der alle Lebensvorgänge in den Geweben des Körpers sich abspielen, bei den einzelnen sehr große Unterschiede ob. Bei körperlich bevorzugten Bergsteigern ist eine Erhöhung der Blutwärme, wenigstens bei gewohnten Leistungen, in manchen Fällen überhaupt nicht nachweisbar.

Einfluß auf Atmung und Herzschlag.

Die hervortretendste und wichtigste Einwirkung des Bergsteigens ist die auf Atmung und Herzarbeit. Die Atmung wird entsprechend der Summe von Muskelarbeit beim Steigen sowohl durch Vermehrung der Atemzüge, als namentlich dadurch eine weit umfangreichere, daß bei jedem Atemzug der Brustkorb nach allen Durchmessern hin mehr erweitert wird. Der Atemumfang wächst so beim Bergsteigen auf das vielfache gegenüber dem Atemumfang in der Ruhe an.

In gleicher Weise wächst der Umfang der Herzarbeit um das 4—5fache, indem das Herz erstens eine größere Zahl von Zusammenziehungen in der Zeiteinheit macht (die Pulszahl wächst bis auf das doppelte) und zweitens bei jeder Zusammenziehung eine größere Blutmenge als gewöhnlich in die Schlagadern auswirft (vermehrtes Schlagvolum).

Diese Vermehrung der Lungen- und Herzarbeit erfolgt ohne Zuthun des Willens auf rein automatischem Wege. Der regulierende Apparat in unserm Nervensystem, welcher selbstthätig die Leistungen von Lunge und Herz dem jeweiligen Bedürfnis anpaßt, arbeitet mit bewundernswerter Genauigkeit.

Allerdings ist die Erhaltung des Gleichgewichts zwischen Anforderung und Leistung in Bezug auf die Atem- und Herzthätigkeit nicht immer so leicht. Einfach gestaltet sie sich bei durchweg gleichmäßiger Steigung des Weges. Eine solche ist indes nur auf den bequemen Fahrstraßen unseres Mittelgebirges oder bei einer Gestaltung der Bergformen, welche gleichmäßig ansteigende Fußwege anzulegen gestattet, vorhanden. In den meisten Fällen wird aber die Steigung des Weges eine ungleichmäßige sein, steilere bis steilste Strecken wechseln mit sanfterem Anstieg, schlüpfrige Wegstellen, nachgiebiges Geröll, im Hochgebirge auch frischer Schnee, in den man bei jedem Schritt tief einsinkt, steigern schnell die Muskelarbeit bei den Steigschritten. Hier tritt dann auch leicht vorübergehende Atem- und Herzerschöpfung ein; der Bergsteiger empfindet lästiges Herzklopfen, der Puls wird unregelmäßig, und gleichzeitig eintretende Atemnot hindert das Weitersteigen. Es bedarf dann oft mehrerer Minuten und länger der Ruhe, um die beklemmenden Ermüdungserscheinungen zu überwinden und die Bewegung fortzusetzen. Solche Übermüdung äußert sich am Herzmuskel vor allem auch dadurch, daß das Herz, und zwar in erster Linie das weniger muskelkräftige rechte Herz, sich nicht vollständig bei der

Vorübergehende Übermüdung des Herzens und der Atmung.

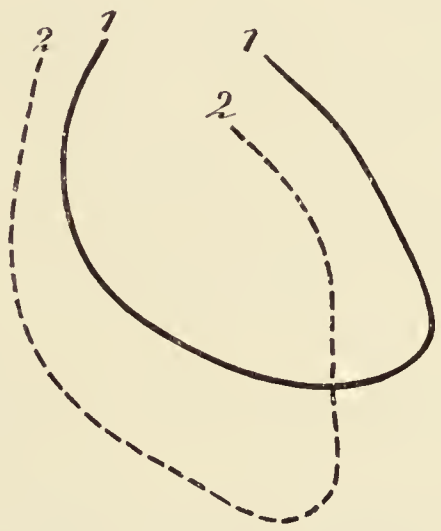


Fig. 423. Korporal C. 1. Form und Lage des Herzens vor dem Bergaufstiege; 2. nach dem Bergaufstiege (600 m). (Mosso, Der Mensch auf den Hochalpen.)

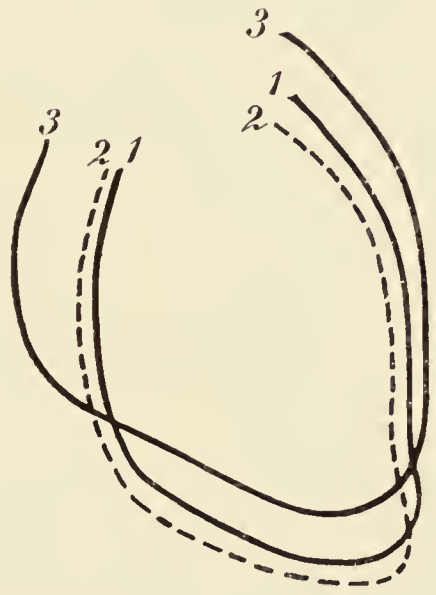


Fig. 424. Soldat S. Lage und Form des Herzens: 1. im Ruhezustande; 2. nach einem kleinen Aufstiege; 3. nach größerem Aufstiege zur Hütte Königin Margerita auf dem Monte Rosa. (Mosso, Der Mensch auf den Hochalpen.)

Zusammenziehung zu entleeren vermag. Die rechte Herzkammer erfährt infolgedessen eine Erweiterung, so daß der Herzumfang vergrößert wird. Die physikalische Untersuchung der Herzgegend ermöglicht es, die Herzgrenzen beim Lebenden genau festzustellen und auf den Körper aufzuzeichnen. Beistehende Figur 423, dem Werke von Mosso entnommen, stellt den Umriß des Herzens in der Ruhe und die Veränderung dieses Umrisses durch Bergsteigen ($1^1/_2$ Stunden lang mit einer Belastung von 15 Kilo) dar. Man sieht deutlich die Verbreiterung des Herzens, sowie daß die Herzspitze nach unten gerückt ist. Ähnliche Einwirkungen zeigt hinsichtlich der Verbreiterung des Herzens Fig. 424, während hier umgekehrt die Herzspitze nach oben verschoben ist.

Zur wirklichen Überanstrengung des Herzens, d. h. zur dauernden Herzerweiterung und Herzschwäche führen indes nur längere und stark erschöpfende Bergbesteigungen, und auch dann wohl nur da, wo geringere körperliche Widerstandskraft schon vorher vorhanden war. Übrigens sterben Alpenbewohner ungemein häufig an Herzerkrankungen. —

Überanstrengung des Herze

Sicherlich sind aber erschöpfende Fahrten auf dem Fahrrad weit mehr angethan als das Bergsteigen, um Überanstrengung des Herzens herbeizuführen. Es ist keine

zufällige Erscheinung, daß die bedeutendsten Radfahrer fast durchweg nur eine kurze Zeit sich voller Leistungsfähigkeit erfreuen, trotz sorgfältigster Körperpflege. Meist fallen sie schon nach 2—3 Jahren der Blüte ab und können trotz allen Bemühens ihre früheren Erfolge nicht mehr erreichen. —

Berücksichtigung der verschiedenen Steile des Weges.

Um andauernd ohne vorschnelle Ermüdung steigen zu können, muß man der Beschaffenheit des Weges stets Rechnung tragen, und vor allem um so langsamer steigen — sowohl die Schrittzahl in der Zeiteinheit wie die Schrittlänge verringern — je steiler der Anstieg ist. Steigt jemand z. B. eine Anhöhe von 10° Steigung mit einer Geschwindigkeit von 100 Schritten in der Minute und einer Schrittlänge von 75 cm, so legt er in der Minute 75 m Weglänge zurück, und steigt dabei etwa 13 m. Bei 75 kg Körpergewicht ist das eine Steigarbeit von $13 \times 75 = 975$ kg-M. Bei 20° Steigung wäre aber dieselbe Höhe von 13 m und dieselbe Steigarbeit bei nur 37,5 m Weglänge bereits erreicht. Soll in der Minute eine größere Steigarbeit nicht geleistet werden, um das Gleichgewicht zwischen Anstrengung und dauernder Leistungsfähigkeit zu erhalten, so muß bei der steileren aber kürzeren

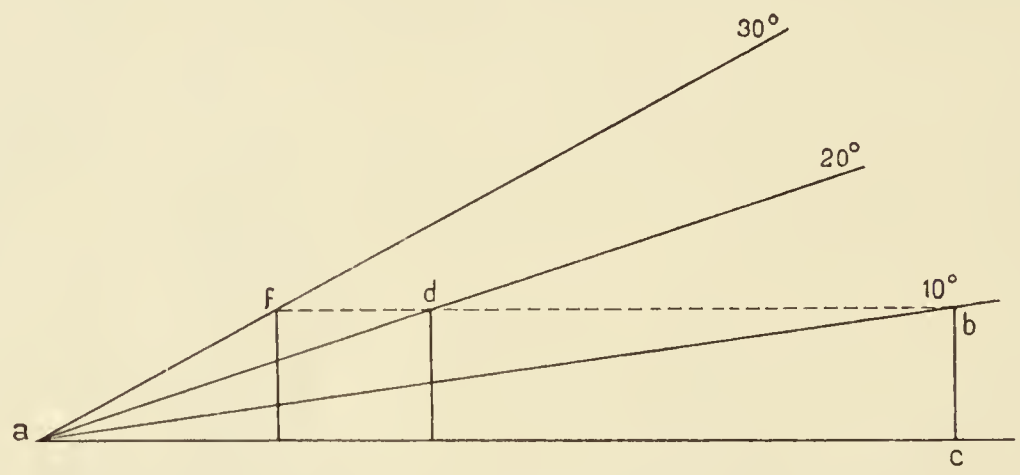


Fig. 425. Um die Höhe bc zu erreichen ist bei 10° der Weg ab, bei 20° der Weg ad, und bei 30° nur der Weg af nötig.

Strecke entweder die Schrittzahl oder die Schrittlänge, oder es müssen beide zusammen entsprechend gemindert werden. In gedachtem Falle würden also bei 20° Steigung, um 13 m zu steigen, sich ergeben:

Entweder	50	Schritte von je	75	cm	Länge
oder	100	„ „	37,5	„	„
oder besser	75	„ „	50	„	„

= 37,5 m Weglänge und 975 kg-M Steigarbeit.

Körperverfassung und trainierter Zustand.

Die Möglichkeit einer sehr guten Dauerleistung beim Bergsteigen hängt aber auch ab von der jeweiligen Körperverfassung, und hier namentlich vom Grade des Geübt- oder Trainiertseins. Beim noch ungeübten, von starker Muskelarbeit entwöhnten Wanderer ruft eine gleiche Summe von Steigarbeit weit größere Stoffumsetzungen in den Muskelgeweben, größere Kohlensäureausscheidung und umfangreichere, leicht zur Atemnot führende Atemthätigkeit hervor, als dies beim angeübten Bergsteiger oder Fußgänger der Fall ist. Heißt Geübtsein bei Geschicklichkeits- und Kraftübungen eine bestimmte Bewegung unter Vermeidung unnötiger Mitbewegungen mit dem denkbar geringsten Kraftaufwand ausführen, also Kraft sparen, so heißt Geübtsein bei Dauerbewegungen, bei denen es sich um bedeutenden Stoffumsatz handelt, auch Stoff sparen. Zweierlei hat der angeübte Bergsteiger voraus vor dem ungeübten: seine Muskeln arbeiten mit sparsameren Stoffumsatz, und seine Lungen sind atemtüchtiger geworden.

Anstrengende Hochtouren bei Ungeübten.

So notwendig für anstrengendere große Bergbesteigungen allmähliche Einübung ist, so wird doch immer wieder hiergegen gesündigt. Leute, die früher

einmal sich als gute Bergsteiger bewiesen, aber bei bequemlicher Lebensweise daheim im Flachlande von jeder körperlichen Dauerarbeit wieder entwöhnt sind, benutzen oft genug wenige Ferientage zu einem Ausflug in die Alpen und beginnen, obschon noch gar nicht in der entsprechenden Körperverfassung, sofort mit anstrengenden Hochtouren. Kein Wunder daß solche Leute, weil wenig widerstandsfähig und bald erschöpft, der Bergkrankheit unterliegen und die Ziffer der Unfälle in den Alpen vermehren. —

Atemrhythmus beim Steigen.

Ins Gewicht fällt ferner beim Steigen der Rhythmus der Atmung. Schon beim gewöhnlichen Gehen verbindet sich ganz von selbst der Atemgang irgendwie mit dem Rhythmus des Gehens, so daß auf einen Atemzug stets dieselbe Zahl von Schritten entfällt. Wird bald schnell, bald langsamer gegangen, so tritt eine Störung dieses Verhältnisses ein und wird thatsächlich auch unangenehm empfunden.

Auf bequemen Wegen mit geringerer oder mittlerer Steigung ordnet sich der Atemrhythmus von selbst dem Rhythmus der gleichmäßigen Steigbewegung bei. Ein geübter Bergsteiger macht bei mittlerer Steigung auf jeden Atemzug gewöhnlich drei Schritte. Ist der Weg bergan indes von ungleicher Beschaffenheit, müssen kleinere oder größere Hindernisse, hohe Steine und Steinstufen, Böschungen usw. mit sprunghaften, ausholenden Steigschritten überwunden oder durch Aufschwingen an einem in der Höhe gefaßten Aste, Festhalten an stärkerem Wurzelwerk usw. erklommen werden, so wird auch der Rhythmus des Atmens gestört und der Atemgang mehr willkürlich. Es ist wesentlich, nach solchen besonderen Unterbrechungen gleichmäßig sich verbindenden Rhythmus der Atem- wie der Steigbewegung wiederzugewinnen.

Aus demselben Grunde ist es bei etwas steilerem Aufstieg rätlich, den rhythmischen Atemgang nicht durch Sprechen, Schreien, Singen — oder durch Rauchen zu beeinträchtigen. Nur eine kleine Anhöhe mag man mit Hurrahgeschrei hinanstürmen.

Für Leute mit Kreislaufstörungen (z. B. mit Fettherz, übermäßiger Fettleibigkeit u. dergl.) giebt Oertel die Vorschrift, auf jeden einzelnen Schritt beim Steigen einen Atmungsakt vorzunehmen: auf den einen Schritt immer ein-, auf den andern immer auszuatmen.

Einfluß auf den Blutkreislauf.

In welchem Grade das Bergsteigen die Herzarbeit steigert bis zur Übermüdung hin, sahen wir oben. Es muß aber auch besonders betont werden, daß die Bewegung beim Steigen andererseits die Herzarbeit erleichtert und den Blutumlauf fördert. Und zwar beruht dies darauf, daß die Bewegung des Steigens in hervorragender Weise die Hilfskräfte des Kreislaufs in Thätigkeit setzt. In erster Linie ist hier die Lungenthätigkeit zu nennen. Die nach allen Durchmessern hin erfolgende mächtige Erweiterung des Brustkorbes saugt bei der Einatmung jedesmal eine größere Blutmenge zum Herzen hinan und verhindert Stockungen im Blutumlauf. Es sind ferner die rhythmischen Muskelbewegungen des Steigens, welche nicht nur an sich den Kreislauf fördern, sondern auch den früher beschriebenen Saug- und Druckapparat, welcher durch die Lage der großen Schenkelblutadern zu den Leistenbändern und zur Schenkelbinde bis zur Kniekehle herab sich ergiebt, in hervorragender Weise in Thätigkeit setzen.

Einfluß auf die Blutbildung.

Die vermehrte Atemthätigkeit in reinster Atemluft, die Einwirkung des Sonnenlichtes, die wohlthätige Erregung des gesamten Nervensystems tragen weiterhin unzweifelhaft zur Hebung der Blutbildung, d. h. zur Bereicherung des Blutes mit sauerstofftragenden roten Blutkörperchen bei. Dabei sei die Frage, ob der Aufenthalt in Höhenluft von 1500 Meter an aufwärts an sich schon geeignet sei, den Gehalt des Blutes an roten Blutkörperchen stark zu mehren, hier außer Acht gelassen. Eine Reihe von Untersuchungen der letzten Jahre scheint eine derartige Einwirkung

der Höhenluft zu erweisen — indes sind die angewendeten Methoden und die gemachten Schlüsse durchaus nicht ganz einwandfrei.

Einwirkung auf das Nervensystem.

Was nun endlich die Einwirkungen des Bergsteigens auf das Nervensystem betrifft, so sind dieselben außerordentlich vielgestaltig. Wohlthuend und erfrischend auf das gesamte Nervenleben und damit auf alle Körperthätigkeiten wirken die mit dem Bergsteigen meist verbundenen Gemütsanregungen.

Anregende und schwächende Gefühlsempfindungen.

Zunächst die erhebende Wirkung, welche die wechselnde Fülle von Natureindrücken bietet: Ausblicke bald ins weite Land und über aufragende Gebirge, bald in lauschige Thäler und auf großartige Fels- und Waldmassen. Diese Eindrücke steigern sich aufs höchste in der erhabenen Einsamkeit und Majestät des Hochgebirges. Weiter weckt die reine, oft auch stark bewegte und kühle Bergluft ein wohlthuendes Gefühl von Frische und, in Verbindung mit den Schwierigkeiten und Mühsalen der Bergersteigung, auch von Regungs- und Kampfesfreudigkeit. Diesen und andern anregenden und daher die Nervenarbeit erleichternden Gefühlen stehen indes unter Umständen Gefühlseinwirkungen entgegen, welche die Kraft und Leistungsfähigkeit des Nervensystems herabstimmen. Anhaltend ungünstige Witterung, welche jeden Ausblick benimmt, schwereres Unwetter, gegen welches man schlecht geschützt ist, ungangbar gewordene Wege und was alles für üble Zufälle den Bergwanderer treffen können, lähmen die Thatkraft und leisten vorzeitiger Ermüdung Vorschub. Solche unglücklichen Ereignisse machen ihren die Nervenkraft herabmindernden Einfluß vor allem geltend im Hochgebirge, bei schwierigen Wanderungen an schroffen Steilhängen und über Schnee- und Eisfelder, und verstärken hier wesentlich alle Ermüdungserscheinungen, wie sie durch die starke Muskelarbeit und namentlich die stete gespannte Aufmerksamkeit bei schwierigen Wegen ohnehin schon gegeben sind. Namentlich ist es hier die Bergkrankheit, deren Ausbruch wesentlich durch die Erschöpfung und Ermüdung des Nervensystems und zwar der nervösen Zentralorgane insbesondere bedingt ist.

Winke für größere Bergwanderungen.

§ 285. Einige Winke für größere Bergwanderungen.

Wenn im nachfolgenden einige Winke für längere Bergwanderungen gegeben werden sollen, so sind dabei wesentlich Wanderungen in unseren größeren Mittelgebirgen, sowie solche Alpenwanderungen ins Auge gefaßt, welche sich auf die mehr gangbaren Pässe und Höhen beschränken und sich von schwierigen Hochtouren fernhalten. Denn letztere erfordern besondere Vorbereitung und Übung.

Kleidung.

Für alle größeren Bergwanderungen ist eine entsprechende Ausrüstung unumgänglich. Was zunächst die Kleidung betrifft, so empfiehlt sich ein Woll- oder Flanellhemd auf bloßem Leibe zu tragen auch für solche, die sonst an Leinenwäsche gewöhnt sind. Nur da, wo die Haut sehr empfindlich und Wolle andauernd heftigen Juckreiz ausübt, muß man auf wollene Unterwäsche verzichten und statt dessen ein grobleinenes Hemd tragen. Da Flanellhemden, fertig gekauft, leicht einlaufen und nach der Waschung zu enge werden, so lasse man sich ein Flanellhemd aus solchem Zeug machen, welches vorher mit warmem Wasser angefeuchtet war und bereits eingelaufen ist. Das Tragen einer Weste ist überflüssig. Der Rock sei von Woll- oder Lodenstoff, am besten zweireihig, oben geschlossen und nicht zu kurz. Die Taschen in demselben seien hinreichend groß und mit Wollstoff gefüttert. Der zweckmäßigste Mantel ist ein viereckiges Stück Lodenstoff mit Loch in der Mitte zum Durchstecken des Kopfes. Dieser Mantel kann dann auch als Decke oder Unterlage gebraucht werden. Der beste Hut ist ein kleiner, nicht breitrandiger weicher Filz (solcher aus Hasenhaar ist besonders leicht und angenehm), innen mit einem

Woll- oder Flanellstreifen versehen an Stelle des üblichen Schwitzlederstreifens, der gar nichts taugt. Eine Schnur zur Sicherung des Hutes bei Sturm soll nicht fehlen.

Schuhwerk.

Ganz besonders ist auf richtige Fußbekleidung zu achten. Der Schuh — am besten derber Schnürschuh, wenn er auch den Nachteil hat, daß schon leichter etwas Wasser eindringt — habe breite dicke Sohlen und breite niedrige Absätze. Er muß vollkommen dem Fuß entsprechend gefertigt und bereits etwas auf vorbereitender Wanderung getragen sein. Daß man mit einem neuen und zu engen Schuhwerk keine größeren Bergwanderungen unternehmen kann, versteht sich von selbst. Der Schuh darf aber auch nicht zu weit sein, weil sonst die Zehen nach vorne rutschen und schmerzhaft zusammengedrückt werden (vor allem beim Abstieg), während die Hacke schlappt und leicht die Ferse wund reibt. Vor Antritt der eigentlichen Bergwanderung sind die Schuhe kunstgerecht zu benageln. Die Schuster am Fuße des Gebirges verstehen das richtiger zu machen als die Schuster daheim im Flachlande. Die Schuhe sind nicht zu wichsen, sondern mit Fett einzuschmieren. — Auf dem bloßen Fuß trage man einen Fußlappen oder kurze Socken.

Rucksack und Inhalt desselben.

Zum Mitführen aller nötigen Gegenstände gebraucht man den Rucksack aus grobem wasserdichten Leinenstoff, mit zwei Schnüren geschlossen und an zwei Riemen wie ein Tornister getragen. Alle kleineren Gegenstände in demselben sind am besten in wasserdichten kleinen Säckchen aufzubewahren. Man packe den Rucksack derart, daß da, wo er auf dem Rücken anliegt, die weicheren Sachen liegen.

In den Rucksack kommt die notwendigste Wäsche, wie Hemden, Strümpfe, Schnupftuch usw. Ferner Seife, Kamm, Zahnbürste, ein Taschenmesser, Trinkbecher aus Leder, Schere und Nähzeug, Eßbesteck, Notizbuch, Reisehandbuch, Landkarte, Kompaß; zweckmäßig ist auch ein Taschenbarometer mit Thermometer in Uhrform usw.

Gegen etwaige leichte Erkrankungen und Verwundungen führe man mit: 1. Dowersche Pulver in halben Grammen abgeteilt oder Opiumtinktur gegen Durchfall; 2. ein kleines Fläschchen Cognac; 3. Heftpflaster in einem Blechdöschen; 4. ein Wundpäckchen, bestehend aus antiseptischer Gazekompresse, kleiner Mullbinde und Sicherheitsnadel in wasserdichten Überzug eingenäht; 5. eine Tube Borvaselin oder Borlanolin; 6. eine kleine Blechdose mit Salicyl-Fußstreupulver (auch gegen Wundreiben an den Schenkeln und am Damme zu gebrauchen).

Proviant.

Als Proviant für eine längere Fußwanderung kann man mitnehmen: ein Stück Käse, Speck, Zucker, geräucherte und gepreßte Fleischwurst (sogen. Landjäger), Chokolade, Brot. Als Getränk: Landwein.

Bergstock.

Der Bergstock aus zähem Eschenholz mit Stahlspitze sei zwei Meter lang. Den rechten Gebrauch des Bergstocks zur Förderung des Aufstiegs, zur Hemmung beim Abstieg, zur Überwindung von Gräben und Wildbächen usw. muß man erst lernen.

Vorübung.

Wichtig ist es für die Wanderung, daß man schon einigermaßen zu derselben angeübt ist. Bevor man in die Berge geht, sollte man daheim durch tüchtige Märsche nicht nur über gute ebene Straßen, sondern auch querfeldein über Stoppelfelder, Gräben, steinige Halden, Gestrüpp usw. sich die nötige Marschtüchtigkeit erwerben. Im Gebirge selbst fange man mit mäßigeren Märschen und geringeren Höhen an, um sich allmählich zur Bezwingung größerer Leistungen zu trainieren.

Zeit und Art des Bergwanderns.

Zur Bergwanderung stehe man in aller Frühe auf, und lege den stärksten Marsch des Tages in den Frühstunden zurück. Auf den Nachmittag verlege man

nicht zu viele Marschstunden mehr: das Abendessen mundet und bekömmt besser, und der Schlaf ist fester und erquicklicher, wenn man nicht unmittelbar vorher erschöpft angekommen war.

Den Marsch beginne man langsam, und steige überhaupt nur mit mäßiger Geschwindigkeit, aber in ganz regelmäßigem gleichem Gang stundenlang durch. Bei stärkerer Steigung mache man nach jeder Wegstunde einen Halt von höchstens zehn Minuten und stehend.

Beim Aufstieg setze man auf hartem trockenem Fels die Füße auswärts, um eine breite sichere Stützfläche zu haben; bei steilem Abstieg setze man die Füße parallel, um in der Richtung, in welcher man abzurutschen droht, möglichst großen Reibungswiderstand zu erzielen.

An Steilwänden achte man bei jedem Schritt aufwärts darauf zu prüfen, ob man auch unter Umständen wieder hinab kann, um sich nicht zu „versteigen".

Geistige Getränke.

Wer gute Marschleistungen erzielen und stets frisch bleiben will, enthalte sich während der Wanderung jeglichen Übermaßes an geistigen Getränken und gelegentlicher Kneipereien. Am bekömmlichsten ist noch etwas leichter gewöhnlicher Landwein. Gar nichts taugen Bier und Schnaps. Das beste Getränk unterwegs ist etwas Wasser, welches im Gebirge meist in herrlicher Beschaffenheit sich vorfindet. Ferner ist Milch ein vortreffliches Getränk bei der Wanderung, und in den Viehhütten und Gebirgsdörfern stets zu haben.

Reinlichkeit.

Bezüglich der Körperpflege ist Reinlichkeit allererstes Gebot. Ein kurzes erquickendes Bad nehme man, wo nur die Gelegenheit sich bietet. Oft wird man allerdings mit einer nassen Abreibung des ganzen Körpers sich begnügen müssen. Besonders wichtig ist Reinlichkeit der Füße — und zu einem Fußbad findet man stets Gelegenheit.

§ 286. Bergsteigen als heilgymnastische Übung.

Bergsteigen als heilgymnastische Übung.

Bei häufigerem regelmäßigem Bergsteigen lassen sich nach allem Vorhergesagten folgende Einwirkungen auf den Körper erzielen:

1. Belebung des Stoffwechsels, d. i. der Verbrennungen in den Geweben, und damit Verminderung übermäßiger Fettanhäufung im Körper und namentlich in den inneren Organen.

2. Vermehrung der flüssigen Ausscheidungen durch Haut (Schweiß), Nieren (Harn) und Lungen (Wasserdampf in der Ausatmungsluft). Durch diese stärkeren Ausscheidungen ist die Möglichkeit gegeben, daß krankhafte Flüssigkeitsansammlungen oder Ergüsse in bestimmten Körpergeweben sich auffangen.

3. Vermehrung des Atemumfangs durch Lungenübung.

4. Kräftigung der Herzmuskulatur; damit Ausgleich der Druckunterschiede im Puls- und Blutadersystem und Regelung des Blutkreislaufs.

Anwendung bei Herzkrankheit und Fettleibigkeit.

Diese wohlthätigen Ergebnisse eines richtig betriebenen mäßigen Bergsteigens haben dazu geführt, dasselbe bei Fettherz, bei Schwäche der Herzmuskulatur, bei sonstigen Kreislaufstörungen, sowie bei allgemeiner Fettleibigkeit zum Heilmittel auszugestalten. Es war der verstorbene Professor Oertel in München, welchem wir die Ausbildung des Bergsteigens zu einer heilgymnastischen Übung,

zu einem Heilmittel verdanken. Ein Heilmittel, welches bei richtiger ärztlicher Überwachung und vorsichtiger Anwendung ebenso vortrefflich, als bei ungeeigneter und unbewachter Anwendung geradezu gefahrbringend ist.

Terrainkur.

Diese Oertelsche sogenannte Terrainkur besteht erstens aus vorgeschriebenen, langsamen, und von Tag zu Tag nach Länge des Weges, wie allmählich auch nach Steile des Anstiegs kräftiger gestalteten Bergwanderungen. Diesem Bergsteigen ist zweitens zugesellt eine bestimmte Kostordnung, bei welcher zur Erleichterung der Herzarbeit die möglichste Beschränkung in jedweder Flüssigkeitszufuhr (Getränke, Suppen usw.) die wichtigste Rolle spielt. Es handelt sich im Grunde genommen also um nichts anderes, als um eine systematische Kräftigung, um ein richtiges Trainieren des geschwächten Herzmuskels. An einer Reihe von Kurorten, von denen nur Meran, Reichenhall, Heidelberg, Wiesbaden genannt sein mögen, hat man zur Ausführung der Terrainkur besondere Wege ausgewählt oder neu angelegt, welche in verschiedenen Graden von Steile — durch verschiedenfarbige Bezeichnungen an Bäumen und Wegtafeln besonders gekennzeichnet — gleichmäßig ansteigen. Für das Zeitmaß des Anstiegs, für die Verknüpfung der Atembewegung mit der Schreitbewegung — beim ersten Steigschritt jedesmal ein-, beim zweiten jedesmal ausatmen — hat Oertel bestimmte Vorschriften festgelegt.

Bergsteigeapparate.

Die Erfolge dieser Kur, sowie die Erkenntnis, „daß man nicht überall Berge in der Nähe habe", führten dazu, einen, allerdings mehr wie unvollkommenen Ersatz für das Bergsteigen zu suchen im Treppensteigen, sowie in den sogenannten Bergsteigeapparaten, d. h. gymnastischen Apparaten, welche eine dem Steigen ähnliche Bewegung gestatten. Solche Apparate sind zusammengesetzt von Dr. Büttner in Kötzschenbroda (nach Art des Bälgetretens an der Orgel konstruiert), Dr. von Corval und Zutt in Baden-Baden (Gehen auf einem in beliebiger Steile zu stellendem Bande mit Querlatten aus Holz, welches Band entgegengesetzt zu der Bewegung des Übenden über Rollen sich bewegt, so daß der „Steigende" immer auf demselben Flecke bleibt, indem ihm der Boden fortwährend unter den Füßen wegrutscht), von Mager in Lübeck und andern. Fügen wir hinzu, daß diese an die Strafen des Tantalus und der Danaiden erinnernden gymnastischen Apparate nach der Angabe eines der Erfinder den großen „Vorzug" vor dem wirklichen Bergsteigen haben, daß sie „das nutzlose Abklettern von der erstiegenen Höhe ersparen."

§ 287. Die körperlichen Wirkungen des Abwärtssteigens.

Wirkungen des Abwärtssteigens.

Die Wirkungen des Abwärtssteigens sind denen des Aufwärtssteigens zumeist völlig entgegengesetzt. Beim Aufstieg leistet der Körper ein starkes Maß von Arbeit: die Hebung des Schwerpunktes entgegen der Schwerkraft. Beim Abstieg wird dagegen der Körper gesenkt im Sinne der Schwerkraft. Beim Aufstieg leisten wir eine positive, beim Abstieg eine negative Arbeit. Das Maß der Muskelthätigkeit ist beim Abstieg, wie schon oben ausgeführt wurde, ein ungleich geringeres als beim Anstieg, und ist vorzugsweise örtlich beschränkt auf die Strecker des Kniegelenks, welche dem Fallsturz des Körpers nach abwärts entgegenwirken.

Einfluß auf Herzschlag und Atmung.

Daher fehlen beim Abwärtssteigen die mächtigen Einwirkungen auf die Atmung und den Herzschlag, welche den Aufstieg in dieser Beziehung so wirksam machen. Allerdings, wenn der Abstieg unmittelbar dem Aufstieg folgt, so hält die beim Aufstieg erreichte Mehrarbeit des Herzens ebensogut, nur langsam absinkend, an, wie

dies auch der Fall ist, wenn dem Aufstieg eine vollkommene Körperruhe auf der erstiegenen Höhe folgt.

Weit schneller verschwindet die durch den Aufstieg erlangte starke Atemsteigerung. Die Atemzüge werden beim Abstieg sehr bald flacher und weniger häufig. War man am Ende einer längeren anstrengenden Bergwanderung (oder beim Hinanstürmen einer Folge hoher Treppen) bis zur letzten Höhe schließlich nur noch mühsam hinangekeucht, so gewährt das Absteigen in Bezug auf die Atemthätigkeit sofort das Gefühl der Befreiung und des Erleichtertseins.

Örtliche Ermüdung der Streckmuskeln des Knies.

Bei längerem Abstieg jedoch tritt mehr und mehr die örtliche Ermüdung der Strecknuskeln des Kniegelenks in die Erscheinung, namentlich dann, wenn der Abstieg auf sehr abschüssigem Weg, über nachgiebiges loses Geröll oder schlüpferigen Boden erfolgt. Obschon also der Anstieg eine um das Vielfache größere körperliche Arbeit bedeutet als der Abstieg, so bewirkt letzterer doch verhältnismäßig viel mehr das Gefühl der Ermüdung, weil beim Anstieg die Arbeit eine verteilte, beim Abstieg eine lokalisierte ist.

Der Lauf.

Begriff des Laufens.

§ 288. Begriff des Laufens.

Unter Laufen verstehen wir eine natürliche Fortbewegungsart des Körpers, welche wie das Gehen durch die Stemmthätigkeit der Beine erfolgt, sich vom Gehen aber dadurch unterscheidet, daß beim Laufen niemals beide Füße zugleich den Boden berühren, also niemals ein Doppelstütz stattfindet. Vielmehr folgen beim

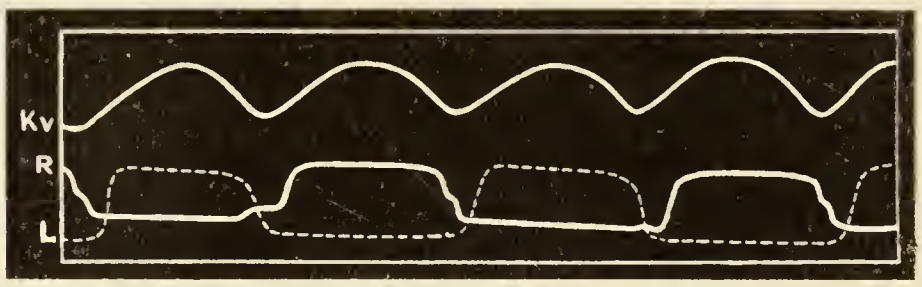


Fig. 426. Kurven vom Lauf des Menschen nach Marey. R Druckkurve des rechten, L des linken Fußes. Kv Linie der senkrechten Erhebungen des Körpers.

Laufen abwechselnd Zeiträume, während welcher ein Bein auf dem Boden steht und durch seine Streckbewegung den Körper hoch und vorwärts wirft, und Zeiträume, während welcher kein Fuß den Boden berührt, also der Körper frei fliegt.

Wie also der Doppelstütz — wenn auch bei schnellstem Eilgang fast gleich Null werdend, beim Steigen dagegen stetig anwachsend — im Augenblick der Übertragung des Schwerpunktes von einem auf das andere Bein das charakteristische Kennzeichen des Gehens bildet, so ist das Freifliegen des Körpers das charakteristische Kennzeichen des Laufs.

Zum Studium der Bewegungen des Laufs wendet man dieselben Untersuchungsmethoden an wie beim Gehen, die graphische und druckmessende sowohl wie die photographische.

Marey heftete zur Darstellung der Bewegungen beim Lauf an Kopf und Schultern kleine runde Platten, an die Gliedmaßen ebensolche Streifen von weißem Metall (s. Fig. 427), welche, wenn der Läufer, im übrigen schwarz gekleidet, vor einem schwarzen Hintergrund laufend in einer Reihe von Aufnahmen hintereinander auf einer Platte photographisch aufgenommen wurde, als weiße Punkte und Streifen auf

Sogenannte chronophotographische Darstellung von Marey.

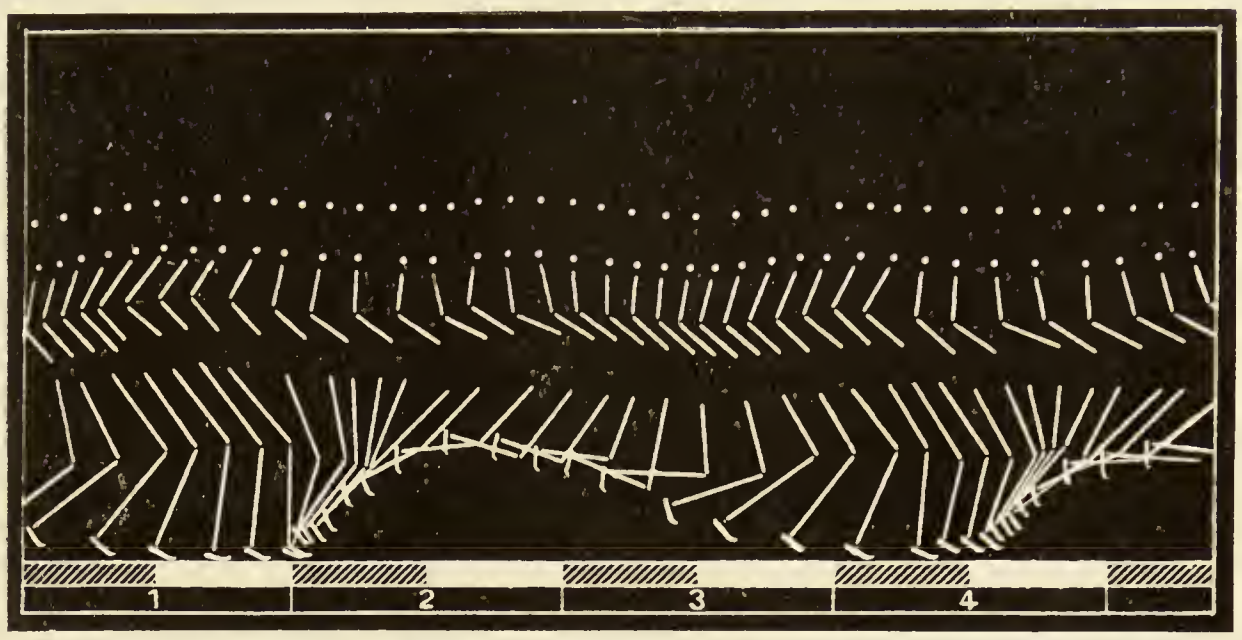


Fig. 427. Bewegung beim Lauf nach chronophotographischer Aufnahme von Marey.

schwarzem Grunde erschienen. So zeigt eine solche Aufnahme auf einen Blick die fortschreitenden Bewegungen der verschiedenen Körperteile einer Körperseite während mehrerer Laufschritte. Indem man durch Linien die entsprechenden Punkte verbindet, erhält man genaue Kurven, welche die Bewegungen verschiedener Teile des Körpers beim Lauf aufs beste darstellen. — In gleicher Weise untersuchte der verstorbene Anatom Braune in Leipzig den Lauf.

Auf weitere Arten der Untersuchung kommen wir bei der genaueren Darstellung der Laufbewegung noch zurück.

§ 289. Der Bewegungsmechanismus beim Lauf.

Der Bewegungsmechanismus beim Lauf.

a) Die Stemmbewegung der Füße. Die Stemmbewegungen der Beine mittels der Füße folgen abwechselnd und in gleichen Zwischenräumen. Die Stütz-

Stemmbewegung der Füße und ihre Zeitdauer.

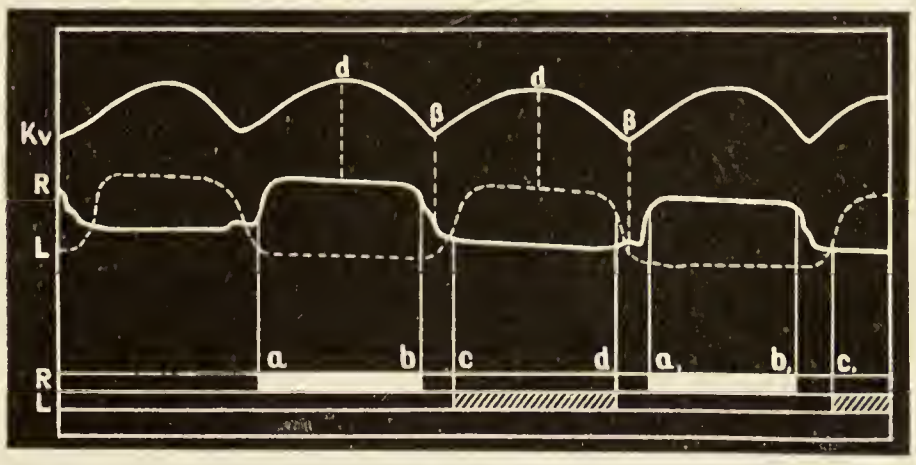


Fig. 428. Lauf des Menschen. R rechter, L linker Fuß; Kv senkrechte Erhebung des Kopfes. Die Stützzeiten der Füße sind in ein Liniensystem eingetragen (projiziert): Rechter Fuß ab, $a_1 b_1$; linker Fuß cd, c_1 usw. Zeiten des Freifliegens: bc, da_1, $b_1 c_1$. Die höchsten Erhebungen des Körpers (Kurve Kv) fallen in d zusammen mit der Mitte der Stützzeiten des rechten und des linken Fußes. Der Körper ist am niedrigsten, d. h. er fällt, während des Freifliegens in β.

zeiten sind kürzer als beim Gang, dagegen die Zeiten des Freischwebens des einen oder andern Beins verhältnismäßig länger.

Je schneller sich die Laufbewegungen folgen, um so kraftvoller wird die Stemmbewegung des Fußes gegen den Boden, und um so kürzer oder flüchtiger wird die Dauer des Abstemmens. Die Dauer der Zeit dagegen, während welcher der Körper in der Luft fliegt, scheint absolut sich wenig bei verschiedener Laufgeschwindigkeit zu ändern; wenn man diese Zeitdauer aber im Verhältnis zur Dauer eines Laufschrittes abschätzt, so findet man, daß der Verhältniswert der Zeit des Freifliegens wächst mit der Geschwindigkeit des Laufs, denn, wie wir sahen, mit der Geschwindigkeit des Laufs nimmt die Dauer der Stemmbewegungen ab.

Senkrechte Erhebung.

b) Senkrechte Erhebung. Nach alledem könnte es scheinen, als ob der Lauf aus einer fortgesetzten Folge von Sprungbewegungen bestehe, die immer von einem auf den andern Fuß erfolgten. In der That findet man diese Annahme häufig vertreten. Wäre dies aber der Fall, so müßte der Körper bei jedem Laufschritt durch die Streckbewegung des abstemmenden Beins derart in die Höhe und vorwärts geworfen werden, daß der höchste Punkt des Körpers, der Kopf, eine flache parabolische Kurve in der Luft beschriebe, deren Gipfel der Mitte des Freifliegens in der Luft entspräche. In diesem Zeitpunkt müßte, wie dies bei jeder Sprungbewegung der Fall ist, der Körper am meisten vom Boden entfernt sein. Dem ist aber durchaus nicht so. Vielmehr beginnt die Erhebung des Körpers, wie die durch photographische Reihenaufnahme gewonnene Kurve zeigt, mit dem Augenblick des Aufstützens des Fußes auf den Boden, erreicht die Höhe der Erhebung mitten während des Stemmens und fällt in dem Augenblick, wo ein Fuß sich vom Boden zu heben beginnt, bevor der andere schon niedergesetzt ist, d. h. während der Zeit des Freifliegens.

Der Lauf ist mithin keine Folge von Sprungbewegungen. Beim Sprung wird der Körper durch die Stemmbewegung frei in die Luft hochgeschnellt: beim Lauf werden dagegen die Beine gewissermaßen unter dem Rumpf hinweggezogen, so daß der Körper während des Freifliegens einfach fällt. —

Es sei noch bemerkt, daß die senkrechten Erhebungen des Schwerpunktes, d. h. des Beckens, gleichsinnig mit denen des Kopfes erfolgen.

Bewegungen der Beine.

c) Was nun des genaueren die Bewegungen der unteren Gliedmaßen beim Lauf betrifft, so ist in dem Augenblick, wo ein Bein den Boden mit dem Fuße berührt, der Oberschenkel gegen das Becken, der Unterschenkel gegen den Oberschenkel gebeugt. Der Grad dieser Beugung ist verschieden groß, je nachdem der Lauf mehr auf den Fußspitzen erfolgt, und der Körper möglichst gestreckt getragen wird, oder je nachdem die Laufbewegung in der Form des später noch zu besprechenden Beugelaufs (entsprechend dem Beugemarsch) stattfindet. Der Fuß wird nur bei langsamem lässigem Lauf mit der Ferse zuerst aufgesetzt (Fig. 430), häufiger mit der ganzen Sohlenfläche gleichzeitig (so auch beim Beugelauf). Bei sehr schnellem Lauf setzt der Läufer meist nur die Fußspitzen auf den Boden auf, der Lauf wird zum Zehenlauf. Während der Dauer des Aufstemmens des Fußes geht das Bein aus der Beugung in eine kurze energische Streckbewegung über, welche den Körper hoch stößt. In dem Augenblick sodann, wo der Fuß mit der Fußspitze sich vom Boden abgestoßen hat, tritt auch schon wieder Beugung, und zwar zunächst des Unterschenkels zum Oberschenkel im Kniegelenk auf, so daß in der Mitte des Freischwebens des Körpers der Ober- zum Unterschenkel fast im rechten Winkel (bei mittlerer Laufgeschwindigkeit)

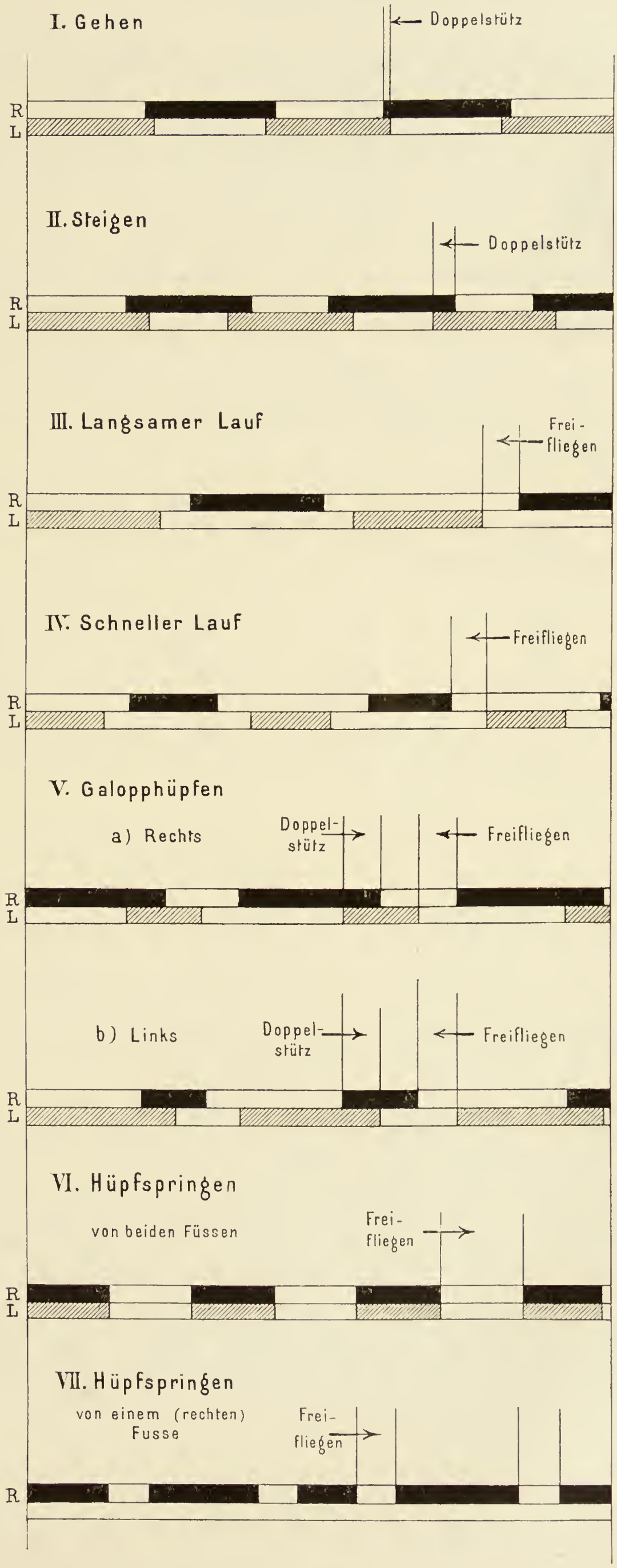


Fig. 429. Der Stütz bei den verschiedenen Fortbewegungsarten nach Marey. Die Stützzeiten des rechten Fußes schwarz, die des linken schraffiert angegeben. Zu beachten: Beim Steigen (II) ist der Doppelstütz größer als beim Gehen (I). Sie bleiben auch gleich groß beim Hüpfen von einem Fuß, gleichviel ob das Hüpfen langsamer oder schneller (mit flüchtigem Stütz) erfolgt.

gekrümmt ist, während das Hüftgelenk zunächst noch in passiver Streckung sich befindet. Bei schnellstem Lauf ist diese Beugebewegung des den Boden verlassenden Beines noch stärker, so daß die Ferse fast das Gesäß berührt. Von da ab nimmt die Beugung wieder ab im Kniegelenk, wird aber ausgesprochener im Hüftgelenk, indem das Bein nach vorn gebracht wird. Das Bein verlängert sich so mehr und mehr nach vorn, bis es den Boden wieder erreicht, und ein neues Abstoßen des Körpers beginnt.

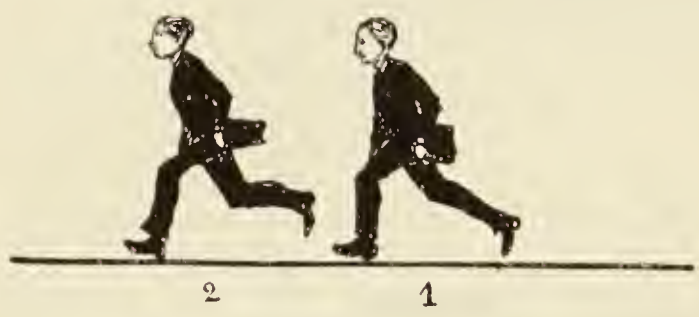


Fig. 430. Lässiger Lauf mit Aufsetzen der Ferse zuerst. — Nach Augenblicksaufnahme von Anschütz.

Horizontale Schwankungen des Beckens.

d) Die beim Gehen und Steigen so ausgesprochenen horizontalen Schwankungen von rechts nach links und umgekehrt verschwinden beim Lauf um so mehr, je schneller der Lauf ist. Bei schnellstem Lauf wird das Becken fast in einer Linie geradeaus nach vorne getragen.

Vornüberlegen des Rumpfes.

e) Der Rumpf wird beim Laufen vornüber gebeugt, und der Schwerpunkt möglichst nach vorne gelegt: am stärksten jedesmal beim Abstemmen des Fußes, welches den Körper vorwärts schnellt.

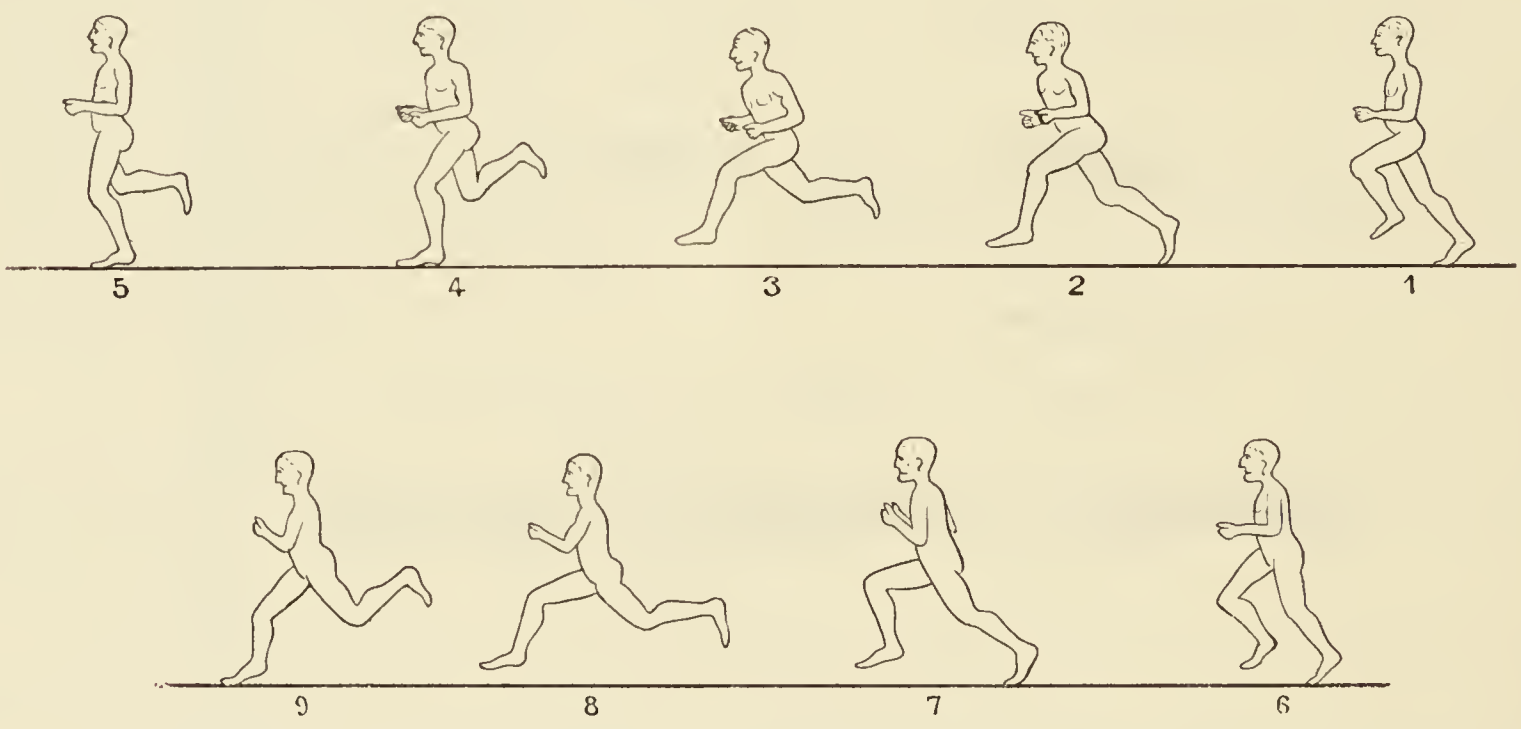


Fig. 431. Bewegungen beim Lauf nach photographischer Reihenaufnahme.

Bewegung der Arme.

f) Die Arme bewegen sich ähnlich wie beim Marsch, und zwar in umgekehrtem Sinne wie die Beine. Der Ellenbogen steht am weitesten nach hinten, wenn das gleichsinnige Bein vorn aufgesetzt wird, er schwingt am weitesten nach vorn, wenn das abgestemmte Bein am stärksten hinten im Kniegelenk gebeugt ist. Jedoch hängen die Arme beim Lauf nicht herab, wie dies beim Gehen und Marschieren der Fall ist, sondern die Vorderarme sind stets, meist in rechtem Winkel, gegen die Oberarme gebeugt. Durch diese unwillkürlich schon eingenommene Armhaltung werden die Oberarme hinreichend festgehalten, ebenso die Schulterblätter, um den vom Oberarm zur Brust ziehenden Hilfsatemmuskeln die Mitwirkung bei der Atemthätigkeit, welche, wie wir gleich sehen werden, beim Lauf aufs stärkste in Anspruch genommen wird, zu ermöglichen.

§ 290. Die Arbeitsleistung beim Lauf.

Arbeitsleistung beim Lauf.

Die Arbeitsleistung beim Lauf ist eine ungemein große. Schon die einfache Überlegung zeigt, daß die Zurücklegung z. B. von 100 Metern in 11—13 Sekunden auf einen Atemzug, wie dies der geübte Läufer vermag, mit anderen Worten das Dahinschnellen eines Körpergewichts von 60—75 Kilogramm über eine Strecke von 100 Metern oder 320 Fuß in nur wenigen Sekunden, lediglich durch die eigenen Hilfsmittel des menschlichen Leibes, eine ungemeine Leistung ist, ja eine Leistung, gegen welche alle anderen möglichen Kraftstücke, wie z. B. das Heben schwerster Lasten, das Stemmen schwerer Gewichte, das Werfen großer Steinquadern, schwere Reck- und Barrenübungen usw. als Kraftleistung verblassen müssen. Man kann wohl bezüglich des 100 Meter-Laufs — über keine andere Laufstrecke erlangt der Körper eine größere Durchschnittsgeschwindigkeit — sagen: daß zu einer größeren Kraftleistung in gleich kurzer Spanne Zeit unser Körper überhaupt nicht mehr fähig ist. Künstliche Beförderungsmittel, wie Fahrrad, Ruderboot, Schlittschuh usw., kommen hier natürlich nicht in Vergleich.

Abschätzung nach kg-M.

Man hat die Arbeitsleistung beim Lauf für 75 Kilo Körpergewicht bei 300 Laufschritten in der Minute folgendermaßen für jeden Laufschritt abzuschätzen versucht:

1. Horizontale Vorwärtsbewegung	18,4 kg-M.
2. Senkrechte Erhebung	2,3 „
3. Schwingungen der Gliedmaßen	3,4 „
	24,1 kg-M.

Das ergäbe für die Minute eine Arbeit von

$$300 \times 24{,}1 = 7230 \text{ kg-M.}$$

Also eine Arbeit gleich der, 72 Doppelzentner einmal einen Meter hoch zu heben — oder 100 Pfund 144 mal.

Vergleich mit der Arbeitsleistung beim Gehen.

Die Gesamtarbeit in der Zeiteinheit ist beim Lauf natürlich eine weit größere als beim Gehen, weil erstens die Schritte weit häufiger sind, und zweitens jeder Schritt eine größere Arbeit erfordert.

Nur bei langsamerem Lauf, etwa von 180 Laufschritten und weniger in der Minute, wird die Laufarbeit, vor allem die Arbeit der horizontalen Fortbewegung, eine viel geringere, ja sie sinkt unter den Arbeitsaufwand beim Gehen in gleicher Geschwindigkeit herab. Daraus ergiebt sich, daß für gewisse Schnelligkeiten, die noch mit schnellem Gehen erzielt werden können, gleichwohl der Lauf vorteilhafter ist, da er diese Schnelligkeit mit einem geringeren Arbeitsaufwand erzielt und weniger dabei ermüdet, als dies bei entsprechend schnellem Gang der Fall ist. Diese Grenze fühlen wir leicht von selbst heraus. Sowie der Eilgang über einen gewissen Grad von Schnelligkeit hinausgeht, werden wir uns bewußt, daß der Lauf dasselbe in bequemerer Weise leistet, und fast unwillkürlich geht dann die Bewegung des Gehens in die des Laufens über.

Allerdings ist es nicht nur der geringere Arbeitsaufwand in Kilogramm-Metern, welcher uns langsamen Lauf schnellstem Gehen vorziehen läßt, sondern auch der Umstand, daß schnellstes Gehen angespannte Willensarbeit erfordert, während die Laufbewegung sich halbautomatisch vollzieht und auch dadurch weit bequemer ist.

Schnelligkeit des Laufs.

§ 291. Schnelligkeit des Laufs.

Verhältnis der Laufschnelligkeit zu Schrittdauer und Schrittlänge.

Als Ergebnis zahlreicher Versuche konnte Marey folgende Ziffern zusammenstellen, welche das Verhältnis der Laufschnelligkeit zur Schrittlänge und Schrittdauer darthun.

Schritte in der Minute	Schrittlänge:	d. i. eine Geschwindigkeit in der Minute von:	Es würden so zurückgelegt: 100 Meter in:	1 Kilometer in:
140	0,675 m	94,5 m	1 Min. 3 Sek.	10 Min. 34 Sek.
180	0,925 „	166,5 „	— „ 36 „	6 „ 3 „
200	1,05 „	210 „	— „ 28 „	4 „ 45 „
220	1,165 „	256,3 „	— „ 23 „	3 „ 54 „
240	1,33 „	319,2 „	— „ 18,8 „	3 „ 8 „
280	1,51 „	422,8 „	— „ 14 „	2 „ 21 „

Nach den Messungen der Gebrüder Weber ist das Verhältnis folgendes:

Schrittdauer:	d. i. Schritt in der Minute:	Schrittlänge:	Geschwindigkeit in der Sekunde:	d. i. 100 Meter in: Min.	Sek.
0,247 Sek.	240	1,753 m	6,66 m	—	15,0
0,268 „	223	1,542 „	5,745 „	—	17,4
0,298 „	205	1,284 „	4,383 „	—	22,8
0,301 „	200	1,209 „	4,021 „	—	24,8
0,314 „	191	1,138 „	3,623 „	—	27,6
0,326 „	184	0,934 „	2,862 „	—	34,9
0,317 „	189	0,819 „	2,584 „	—	38,7
0,304 „	194	0,519 „	1,706 „	—	58,6
0,301 „	200	0,315 „	1,047 „	1	35

Die beim Lauf erzielte Geschwindigkeit kann außerordentlich wechseln. Es ist, wie die mitgeteilten Messungsergebnisse zeigen, vor allem die Schrittlänge, welche bei zunehmender Laufgeschwindigkeit um das Mehrfache anwachsen kann, während die Schrittdauer in geringerem Maße sich ändert. Denn, wie wir sahen, ist es nur die Zeit des Abstemmens, welche hier gekürzt werden kann, während die Zeit des Freifliegens so gut wie dieselbe bleibt. Daraus geht für die Übung im schnellsten Lauf als wesentlich hervor, daß der Läufer vor allem lernen soll, große Laufschritte zu machen.

Begrenzung der Laufschnelligkeit durch die Laufdauer.

Die Schnelligkeit des Laufs kann aber nicht ins Ungemessene gesteigert werden, sondern hat ihre natürliche Begrenzung darin, wie lange oder wie weit die Laufbewegung fortgesetzt werden soll.

Die höchstmögliche Laufgeschwindigkeit kann nur erreicht werden, wenn über eine bestimmte kurze Strecke gelaufen wird. Je länger die Laufstrecke wird, um so mehr muß die Laufgeschwindigkeit gemäßigt werden, wenn anders das vorgesetzte Ziel erreicht werden soll Es waltet in Bezug hierauf eine bestimmte Gesetzmäßigkeit ob, welche am besten aus den auf Sportplätzen erreichten Höchstleistungen im Lauf sich nachweisen läßt.

Höchstleistungen im Lauf.

Die von Berufsläufern wie von hervorragend leistungsfähigen Liebhabern erreichten Höchstleistungen (Records) im schnellen Lauf sind das Ergebnis sorgfältigster ausschließlicher Vorbereitung und Übung. Der Umstand, daß schon vor langen Jahren erzielte Höchstleistungen auch bei der hingebendsten Vorbereitung später meist gar nicht mehr, oder höchstens über die eine oder andere Strecke noch

um Bruchteile einer Sekunde übertroffen werden konnten, trotz der zahlreichen Wettkämpfe, die alljährlich allenthalben stattfinden, der Umstand ferner, daß alle diese anerkannten höchsten Leistungsziffern zusammengestellt sich in eine ganz gesetzmäßig abgestufte Reihe bringen lassen, beweist, daß thatsächlich diese sportlichen Höchstleistungen der Ausdruck dessen sind, was der menschlichen Bewegungsmaschine auch unter den denkbar günstigsten Vorbedingungen überhaupt zu leisten möglich ist. Insofern wohnt also diesen „Recordzahlen", wenigstens für eine so vielgeübte Bewegung, wie es der Lauf ist, ein unbedingter wissenschaftlicher Wert bei.

Stellen wir nun eine Übersicht über die Leistungen in den meistgeübten Strecken zusammen, so ergiebt sich folgende Reihe:

Höchsterzielte Leistungen: Minuten:	Sekunden:		Durchschnittsgeschwindigkeit:
45,7 m in —	5,50 d. s.	100 m in	12,0 Sekunden
68,5 „ „ —	7,75 „	100 „ „	11,3 „
91,4 „ „ —	**9,25** „	100 „ „	**10,12** „
201,0 „ „ —	22,50 „	100 „ „	11,19 „
402,0 „ „ —	47,75 „	100 „ „	11,87 „
804,0 „ „ 1	53,50 „	100 „ „	14,11 „
1609,0 „ „ 4	15,40 „	100 „ „	15,87 „
3218,0 „ „ 9	11,50 „	100 „ „	17,14 „
6436,0 „ „ 19	36 „	100 „ „	18,27 „
12872,0 „ „ 40	20 „	100 „ „	18,80 „
25744,0 „ „ 88	6,0 „	100 „ „	20,61 „

Diese vergleichende Übersicht lehrt folgendes:

1. Die Strecke von 91,4 oder sagen wir in runder Ziffer die Laufstrecke von 100 Metern ist diejenige, bei welcher überhaupt die größtmögliche durchschnittliche Laufgeschwindigkeit zu erzielen ist. 100 Meter-Strecke.

2. In gesetzmäßiger Weise vermindern sich die möglichen Laufgeschwindigkeiten, je kleiner als 100 Meter die Laufstrecken werden, oder je weiter sie darüber hinausgehen.

Die Gründe hierfür sind verschiedene: bei den längeren Strecken ist es die Rücksicht auf die Herz- und Lungenthätigkeit, welche eine mit der Länge der Strecke zunehmende Mäßigung der Laufgeschwindigkeit verlangt.

Bei den kürzeren Strecken ist es dem Läufer noch nicht möglich, die volle Laufgeschwindigkeit zu erlangen, da diese sich erst nach einigen Sekunden ganz erreichen läßt. Denn man kann nicht aus der Körperruhe ganz unmittelbar in die äußerste Laufgeschwindigkeit übergehen. Mag der Ablauf oder der „Start" noch so häufig geübt sein — und beim Lauf über kürzeste und kurze Strecken ist unablässige Übung schnellsten und plötzlichen Ablaufs der wichtigste Teil der Vorbereitung —, die volle Wucht des Vorwärtsschießens erlangt der Körper erst, nachdem er über die ersten Sekunden der Laufbewegung vorüber ist, sich „eingelaufen" hat. Erst dann arbeiten die Nerven und Muskeln mit der höchsterreichbaren Energie der Vorwärtsbewegung. Ablauf

3. Bei einer Laufgeschwindigkeit, welche bereits um die Hälfte geringer ist als die Höchstschnelligkeit der 100 Meter-Strecke, also bei einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 20,6 Sekunden für 100 Meter (und 3 Minuten 15,6 Sekunden für den Kilometer), ist bei einem durchgeübten trainierten Läufer das Gleichgewicht zwischen den Anforderungen der Laufbewegung und der Leistungsfähigkeit von Herz und Lungen so weit hergestellt, daß der Lauf in diesem Schnelligkeitsmaße über eine Stunde ununterbrochen durchgeführt werden kann. Wird der Dauerlauf noch aus- Geschwindigkeit beim Lauf von mehr als einer Stunde Dauer.

gedehnter, so muß auch die Schnelligkeit noch mehr herabgemindert werden. Bei nicht trainierten, wenn auch laufgeübten Fußballspielern und Turnern sind übrigens jene Unterschiede weit bedeutender: hier würde ein Dauerlauf über 18 Kilometer in anderthalb Stunden, mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 5 Minuten für den Kilometer (das wären je 100 m in 30 Sekunden statt 20,6 Sekunden beim sportlichen besten Dauerlauf über 25,7 Kilometer) schon eine ganz achtenswerte Leistung bedeuten.

Körperliche Einwirkung des Laufs.

§ 292. Körperliche Einwirkung des Laufs.

Der Lauf ist die wirksamste aller Schnelligkeitsübungen und kann bei gewisser Mäßigung in der Schnelligkeit ebenso wie die andern Schnelligkeitsübungen zur Dauerübung werden.

Die körperlichen Einwirkungen des Laufs leiten sich aus dem Umstande her, daß der Lauf in außerordentlich kurzer Zeit schon größte Arbeitssummen zu leisten verlangt. Da diese Arbeit eine auf große Muskelmassen verteilte ist und keinen der beteiligten Muskeln bis zur Höchstleistung in Anspruch nimmt, da ferner beim Lauf keine Unterbrechung der Bewegung, etwa durch Übermüdung bestimmter Muskeln, stattfindet, so tritt hier die Anstrengung der zu schnellstem Lauf in Bewegung gesetzten Muskeln zurück gegen die Beeinflussung der Lungen- und Herzthätigkeit.

Einwirkung auf die Atmung.

a) Einwirkung auf die Atmung. Die bei schnellstem Lauf so plötzlich entfaltete Energie bedingt ein entsprechendes plötzliches Auftreten großer Mengen von Kohlensäure, welche nur durch angestrengte Atmung aus dem Körper entfernt werden kann. Selbst bei ganz kurzen Laufstrecken über 150 und 200 Meter, die in 20 bis 25 Sekunden von guten Läufern durcheilt werden, genügt die Arbeitsanforderung an die Lungen, um die vor dem Lauf ruhige und normale Atmung in diesen wenigen Sekunden bis zur Atemnot zu steigern. Dabei sind die Lungen stark blutüberfüllt, der Atemgang ändert sich derart, daß die Einatmung länger, tiefer und schnappend wird, die Ausatmung ganz kurz und stoßend. Eben noch stand der Läufer ruhig atmend an der Ablaufstelle und, nach kürzester Spanne Zeit am Ende der Laufbahn angelangt, sieht man ihn krampfhaft nach Atem ringen, mit den Händen womöglich nach einem festen Gegenstand greifend, um durch Festlegen der Arme möglichst die Hilfsatemmuskeln der Brust an der Atemarbeit zu beteiligen. Dies Bild dauert allerdings nur ganz kurze Zeit. Die Atmung wird, wenn auch zunächst noch beschleunigt und vertieft, schon nach wenigen Minuten wieder regelmäßig und kehrt dann langsam zum gewohnten Atemgang, wie er vorher bestand, zurück.

Anders, wenn über eine längere Strecke mit verminderter Schnelligkeit gelaufen wird. Hier muß der Läufer mit der Atemfähigkeit seiner Lungen hauszuhalten wissen, muß seine Schnelligkeit mäßigen, sowie er ein beginnendes Versagen der Atemkraft spürt. Wollte einer mit derselben Höchstschnelligkeit, mit der er 100 Meter zurücklegt, auch über einen Kilometer laufen, so würde die Atemerschöpfung ihn nicht zum Ziel gelangen lassen, sondern zu vorzeitigem Halten zwingen.

Einwirkung auf die Herzarbeit.

b) Einwirkung auf den Herzschlag. Ebenso plötzlich wie die Atmung wird auch die Herzarbeit bis zur Höchstgrenze der Leistungsfähigkeit und bis zur beginnenden Übermüdung hin angestrengt, wenn der Lauf zur größtmöglichen Schnelligkeit gesteigert ist. Der Pulsschlag, vor dem Lauf ruhig und kräftig, 60—65 Schläge in der Minute zählend, schnellt schon nach den wenigen Sekunden, welche das schnellstmögliche Zurücklegen einer Strecke von beispielsweise nur 200 Metern erfordert, hinauf auf eine Ziffer von 160—180, ja von 200—250 Schlägen auf die Minute berechnet. Der Pulsschlag wird dabei ganz klein, schwer fühlbar

und weniger gespannt, so daß die Schlagader sich leicht zusammendrücken läßt. Nicht nur das. Die so stark beschleunigten Herzschläge werden auch unregelmäßig und ungleich, setzen hier und da aus: erste Anzeichen einer beginnenden Herzerschöpfung.

Fig. 432. Wettlauf über 200 Meter. Normale Pulskurve vorher.

Dieselbe äußert sich auch dadurch, daß das so plötzlich überangestrengte und ermüdende Herz keine genügende Blutmenge mehr in das Adersystem zu treiben vermag:

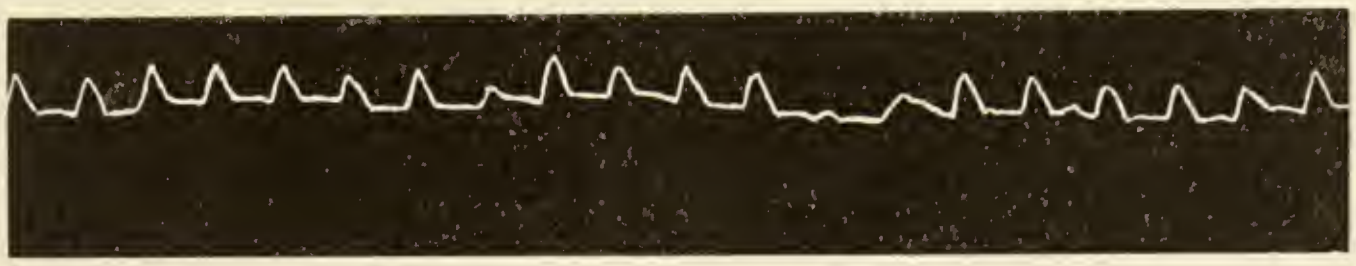


Fig. 433. Wettlauf über 200 Meter. 1—2 Minuten nach Ankunft am Ziel. Pulszahl in der Minute 140.

die Lungen sind, wie schon erwähnt, blutüberfüllt, was die Atemnot vermehrt; die Schlagadern der Haut sind dagegen blutleer, so daß ein wenig angeübter Wettläufer meist mit totbleichem erdfahlem Antlitz am Ziel anlangt.

Fig. 434. Wettlauf über 200 Meter. Normale Pulskurve vorher.

Allein auch diese Erscheinungen verlieren sich schnell in der Ruhe: die Pulswelle wird nach wenigen Minuten stärker, die Pulsschläge werden wieder regelmäßig, das Antlitz rötet sich wieder, nur die Häufigkeit des Pulses bleibt noch auf längere Zeit eine größere, als sie vor dem Lauf war.

Fig. 435. Wettlauf über 200 Meter. 30 Sekunden nach Ankunft am Ziel. Pulszahl 180.

Pulskurven von Kolb.

Diese Einwirkungen eines kurzen schnellsten Laufs werden leicht ersichtlich aus den Kurven, welche G. Kolb mittels des Pulszeichners (S. § 117) oder Sphygmographen gewonnen. In den beistehenden Figuren 432—437 sieht man jedesmal die normale Pulskurve vor dem Lauf und darunter die bezeichnenden Veränderungen dieser

Kurve nach einem Wettlauf über 200 Meter von verschiedenen Läufern aufgenommen. Die 200 Meter-Strecke wurde in 25—27 Sekunden zurückgelegt.

Wie die Lungenermüdung, so ist es auch die vorzeitige Herzermüdung, die vermieden werden muß, wenn längere Strecken zu durchlaufen sind, und auch diese Rücksicht zwingt dazu, die Laufgeschwindigkeit dann entsprechend zu mäßigen.

Fig. 436. Wettlauf über 200 Meter. Normal vorher.

Lauf als reine Schnelligkeitsübung.

Es führt somit der Lauf als reine Schnelligkeitsübung, d. h. mit höchstmöglicher Schnelligkeit ausgeführt, jedesmal bis zur Höchstgrenze der Leistungsfähigkeit von Lungen und Herz — mag der Lauf nun über eine kürzere oder längere Strecke gehen. Der Unterschied besteht nur darin, daß bei ganz kurzen Strecken bis zu 100 Metern die Muskulatur der Beine im stande ist, die größte Energie der

Fig. 437. Wettlauf über 200 Meter. Unmittelbar nach Ankunft am Ziel. Anfängliche Pulsziffer 250.

Schnelligkeit, deren sie überhaupt fähig ist, zu entfalten, während die Rücksicht auf die Leistungsfähigkeit der Lungen und des Herzens von da ab in zunehmendem Grade eine Mäßigung der Laufgeschwindigkeit gebietet.

Lauf als Dauerübung.

Wird die Laufgeschwindigkeit so weit gemäßigt, daß die Thätigkeit von Herz und Lunge zwar auf eine gewisse Höhe anwächst, von da aber nicht weiter steigt, sondern das Gleichgewicht zwischen Anforderung und Leistung zu halten vermag, so kann in diesem Zeitmaß längere Zeit gelaufen werden, ohne daß der Laufbewegung eine bestimmte Grenze gesteckt ist: die Schnelligkeitsbewegung wird zur Dauerbewegung, zum Dauerlauf.

Einwirkung auf den Stoffwechsel.

c) Die Einwirkung auf den Stoffwechsel ist natürlich um so größer, je andauernder und je schneller der Lauf. Sie hängt ferner ab vom Grade des Geübtseins. Trainierte Läufer laufen mit sparsamerem Stoffverbrauch als ungeübte. Die beim Dauerlauf immerhin sich schließlich einstellende örtliche Ermüdung der Beinmuskulatur wie auch der Atemmuskeln gestattet nicht, mittels des Dauerlaufs Arbeitssummen von der Höhe zu erreichen, wie wir sie früher beim Bergsteigen und beim Marschieren kennen gelernt haben. Dabei ist von ganz ausnahmsweisen Leistungen, wie sie von trainierten Berufsläufern und Sportsleuten bekannt sind, natürlich abzusehen. So lief z. B. A. W. Sinclair im Jahre 1884

90 englische Meilen = 144,8 Kilometer in 15 Stunden,

und J. Saunders im Jahre 1882

100 englische Meilen = 160,9 Kilometer in 17 Stunden 36 Minuten 14 Sekunden,
120 " " = 193 " " 22 " 47 " 23 "

In neuester Zeit hat der Marathonlauf über 43 Kilometer, der als Wettlauf bei Gelegenheit der sogenannten olympischen Spiele in Athen (im April 1896) ausgeführt wurde, gerechtes Aufsehen erregt.

Bei derartigen übergroßen Leistungen im Dauerlauf ist natürlich auch der Umfang des Stoffwechsels ein entsprechend beträchtlicher. Indes kommt in Betracht, daß es sich in diesen Beispielen um sorgfältig angeübte Leute mit trainierter Muskulatur handelt, bei welcher solche Anstrengungen mit sparsamstem Stoffverbrauch vor sich gehen, was gleichzeitig einer entsprechenden Schonung der Atem- und Herzarbeit entspricht. Für nicht trainierte Leute, mögen sie auch sonst noch so muskelkräftig sein, sind derartige Dauerleistungen einfach undenkbar. —

Einwirkung auf den Kreislauf.

d) Auf den Blutkreislauf wirkt die Bewegung des Laufs, so lange das Herz noch nicht angestrengt ist, also beim mäßigen Dauerlauf, ähnlich belebend und fördernd, wie dies auch die Bewegung des Steigens sowie der Eilmarsch bewirken.

Kräftigung der Beinmuskeln.

e) Daß der Lauf endlich eine entsprechende Kräftigung der Beinmuskulatur mit sich führt, bedarf bei dem Umfang der Muskelthätigkeit der Beine keines weiteren Beweises. Dabei mag hervorgehoben werden im Anschluß an früher Gesagtes, daß bei regelmäßiger Pflege des Laufs die Muskeln der Beine weniger stark an Masse, wie an Festigkeit und damit an Ausdauer gewinnen. Die Beine vorzüglicher Läufer scheinen oft merkwürdig dünn und schmächtig, aber ihre Muskeln erweisen sich bei näherem Zusehen als außergewöhnlich hart und sehnig.

§ 293. Die gesundheitlichen Vorzüge des Laufs.

Die gesundheitlichen Vorzüge des Laufs.

Aus der Aufzählung der besonderen körperlichen Einwirkungen ergeben sich die gesundheitlichen Vorzüge des Laufs von selbst. Sie bestehen darin, daß vor allem die Entwicklung und Kräftigung des Herzens und der Lungen durch den Lauf in einem Umfange gefördert wird, wie kaum durch eine andere Art von Übungen. Wenigstens gilt dies, wie noch näher dargethan werden soll, für bestimmte Lebensalter.

Entwicklung der Lungen.

Für die Entwicklung der Lungen ist es ohne Zweifel von Belang, daß nicht nur wie beim Marschieren, Bergsteigen usw. ein größerer Bruchteil der Atemfläche als für gewöhnlich in Thätigkeit tritt, und infolge der vermehrten und vertieften Atmung am Atemgeschäft beteiligt wird, sondern daß die Lunge zur Höchstarbeit vermocht wird. Wenigstens ist dies stets der Fall, wenn der Lauf als reine Schnelligkeitsübung betrieben wird. Alles, was nur verfügbar ist an Atemfläche im Lungengewebe, wird dann zur Atemthätigkeit herangeholt, kein Teil der Lunge, keine Gruppe von Lungenbläschen bleibt ganz ungenutzt liegen. Alle Lungenteile erhalten also in gleicher Weise eine starke Anregung zum Wachstum.

Kräftigung der Muskulatur des Herzens.

Ebenso bedeutsam ist der Lauf für die Entwicklung der Muskulatur des Herzens. Wenngleich das Herz unaufhörlich arbeitet, so lange der Mensch lebt, mithin der bestträinierte Muskel des Körpers ist, so bedarf das Herz, vor allem das noch im Wachstum begriffene Herz, um eine hervorragende Leistungsfähigkeit und Stärke seiner Muskulatur zu gewinnen, zeitweise stärkerer Anregungen, wie solche durch eine bis zur Grenze der Leistungsfähigkeit gehende Herzarbeit geboten werden. Es ist das früher in § 127 bereits dargethan. —

Welche Bedeutung eine möglichst vollkräftige Entwicklung der Atem- und Kreislauforgane für die ungestörte Gesundheit, für die Widerstandskraft gegen krankmachende Einflüsse und wirklich ausgebrochene Krankheiten, für die uneingeschränkte Leistungs- und Genußfähigkeit in allen Lebenslagen besitzt, liegt auf der Hand.

Zu den gesundheitlichen Vorzügen des Laufs zählt weiter die lebhafte Steigerung des Kreislaufs und der Stoffwechselvorgänge im Körper.

Nicht alle Lebensalter sind gleich befähigt für den Lauf und werden in gleicher Weise der wohlthätigen Erfolge desselben gleich teilhaftig.

Wirksamkeit des Laufs bei der Jugend vor vollendeter Reife.

Am wirksamsten ist unzweifelhaft die Laufbewegung für die Jugend vor und in der Reifeentwicklung. Ja der Lauf ist hier geradezu ein Lebensbedürfnis. Das heranwachsende Kind ist stets zum Laufe aufgelegt. Wo nur die Absicht vorwaltet, irgend einen Weg schneller zurückzulegen, da ist ein frischer Junge auch schon längst am Laufen und Rennen — das kostet ihn keinen Entschluß weiter, wie dies bei dem Erwachsenen in solcher Lage stets wohl der Fall ist. Die Summe von Laufthätigkeit, welche der heranwachsende Knabe und Jüngling stundenlang auf dem Spielplatze in steter Frische unermüdet leistet, ist dem voll Erwachsenen zu leisten nicht mehr möglich. Der Grund dazu liegt in den Kreislaufverhältnissen, wie sie vor vollzogener Entwicklung bestehen. Verhältnismäßig weiten Pulsadern entspricht hier ein verhältnismäßig kleines Herz, dessen Arbeit sich aber bei dem geringen vorhandenen Blutdrucke ungemein leicht vollzieht. Daher ist das Kind zu schnellem kurzen Lauf besonders befähigt und kann nach kleinen Pausen denselben immer wieder von neuem leisten. Dagegen ist ein anhaltender erschöpfender Dauerlauf, der sich über ganze Stunden ausdehnt, für die Jugend ungeeignet. Denn solcher Dauerlauf bewirkt umfangreiche Stoffumsetzungen im Körper: das Kind benötigt aber einen großen Teil der Stoffvorräte des Körpers neben dem Unterhalt der Lebensvorgänge zum Stoffansatz, d. h. zum Wachstum. Erschöpfende Dauerleistungen der Jugend zumuten heißt genau so, wie dies auch bei Kraftübungen der Fall ist: das Wachstum stören.

Lauf bei den Erwachsenen.

Beim Erwachsenen nach vollendeter Entwicklung kehrt sich bis zum reifen Mannesalter (um das 30. Lebensjahr) hin das Verhältnis von Weite der Blutgefäße zur Größe des Herzens allmählich um. Die Pulsadern sind verhältnismäßig enge zu dem verhältnismäßig großen Herzen: das Herz muß eine weit größere Arbeit aufwenden, um seinen Inhalt an Blut in das enge Pulsadersystem zu pressen. Der Blutdruck in den Schlagadern ist darum beim Erwachsenen ein weit stärkerer als beim Kinde. Es ist eine Folge dieser Verhältnisse, daß beim Erwachsenen weit eher infolge von Schnelligkeitsübungen eine Störung der Herz- und Lungenthätigkeit eintritt und weit eher Atemnot sowohl wie kleiner unregelmäßiger Puls nach einer Schnelligkeitsbewegung sich einstellt. Namentlich macht in diesem Alter der Mangel an Übung sich viel verhängnisvoller als vor der Reife geltend, indem selbst ganz geringfügige Leistungen dem Ungeübten, vom Laufen Entwöhnten, schon heftige Atemnot verursachen. Erst die häufige Übung, welche die Muskeln träniert, die leicht zersetzbaren Reservestoffe aufbraucht und die Muskeln zu einer mit sparsamem Stoffverbrauch vor sich gehenden Arbeit erzieht, läßt auch beim Erwachsenen es nicht gar so leicht zur Herz- und Atemerschöpfung kommen.

Dagegen ist der vollkräftige Jüngling und Mann schon eher zu Dauerleistungen im Lauf befähigt.

Lauf im überreifen Alter über 40.

Sowie aber mit dem 40.—50. Lebensjahre die Wände der Pulsadern, beim einen früher, beim andern später, anfangen, sich mit Kalksalzen zu durchsetzen und starr zu werden, beginnen auch die Verhältnisse für den Lauf sich immer schwieriger zu gestalten. Viel schneller als in irgend einem früheren Lebensalter tritt Störung und Erschöpfung der Herzthätigkeit ein. Ob die Pulswelle überall an eine gleichmäßig elastische oder an eine stellenweise verhärtete Aderwand anschlägt, macht einen großen Unterschied. Im letzteren Falle ist der Rhythmus des Herzschlags bald gestört. Es ist, um einen Vergleich Mossos hier anzuziehen, damit ähnlich, als ob man mit einem schlechten und beschädigten Luftreifen holprig auf dem Rade fährt, unter fortwährenden Stößen, während ein gut gefüllter, elastischer Luftreifen alle Unebenheiten aus-

gleicht. Vom 40. Lebensjahr an verbietet sich also der Lauf als Schnelligkeitsübung immer mehr.

So wohlthätig aber für bestimmte Lebensalter der Lauf ist, so sehr muß Vorsicht in der Übung desselben anempfohlen werden, oder ist gar die Pflege des Laufs überhaupt zu untersagen, wo die Organe des Kreislaufs und der Atmung durch Erkrankungen in ihrer Leistungsfähigkeit beeinträchtigt sind. Verhältnisse, welche den Lauf verbieten.

Für Herzkranke, bei welchen ein ungehinderter Gang des Kreislaufs bei ruhiger Lebensweise eben hergestellt ist, bedeutet eine so eingreifende Übung, wie es der Lauf ist, eine unbedingt bedenkliche Störung des mühsam innegehaltenen Gleichgewichts. Herzkranke sind daher von der Übung des schnellen Laufs unter allen Umständen auszuschließen. Herzkranke.

Ähnlich liegt die Sache bei Lungenkranken. Namentlich bei Erkrankungen der Lungenspitzen, welche recht häufig, kann der schnelle Lauf leicht Anlaß zu Lungenblutungen geben, infolge der starken Blutüberfüllung der Lungen, welche, wie oben erwähnt, bei schnellstem Lauf schließlich eintritt. So starb der bekannte Läufer Käpernick an den Folgen einer heftigen Lungenblutung, die während eines Laufs eintrat. Zweifellos bestanden in diesem Fall schon vorher tuberkulöse Herde in den Lungen. Denn daß in vollkommen gesundem Lungengewebe infolge des Laufs eine starke Lungenblutung durch Platzen eines größeren Gefäßästchens entstehen könne, muß von der Hand gewiesen werden. Keine Spur eines thatsächlichen Beweises liegt dafür vor. Lungenkranke.

Bei der Lungenerweiterung (Emphysem) ist der Kreislauf so erschwert und wird so mühsam in Gang gehalten, daß auch hier der Lauf sich verbietet.

Für Blutarme sind zweifellos die durch mäßigen Lauf gegebenen Anregungen für die Atmung und den Stoffwechsel recht wertvoll, während andererseits der Mangel an roten Blutkörperchen die nötige Sauerstoffzufuhr zu den heftig arbeitenden Muskeln schwierig gestaltet und bei schnellstem Lauf vorschnell zur Erschöpfung führt. Hier ist also die Laufbewegung nur in mäßigem Grade nützlich. Blutarmut.

Endlich können auch äußere Umstände die Vorzüge des Laufs beeinträchtigen. Dauerlauf in verdorbener und stark staubiger Luft — es sei hier z. B. an die Staubluft schlecht gereinigter Turnhallen erinnert — kann unter Umständen mehr Schaden als Nutzen bringen. Äußere Umstände: Staub usw.

Beim Lauf im Freien vermeide man es, mit offenem Munde gegen starken rauhen Wind zu laufen; die zu befürchtenden Nachteile für die Schleimhäute der Luftwege sind indes vielfach übertrieben worden. Bei großer Hitze kann schnellster Lauf Blutandrang zum Kopf und zu den Lungen in schädlichem Grade zur Folge haben, während bei kühler Witterung umgekehrt der Lauf eine besonders vorteilhafte Bewegung ist. Gutsmuths pflegte deshalb den Dauerlauf vornehmlich im Winter. Ebenso treibt man in England den Fußball, dasjenige Spiel, welches die heftigste Laufbewegung verlangt, ausschließlich in der kälteren Jahreszeit, im Oktober, November und Dezember.

§ 294. Lauf auf den Fußspitzen.

Lauf auf den Fußspitzen.

Der Lauf kann in verschiedenen Formen ausgeführt werden, und diese Formen wechseln je nach dem Charakter des Laufs. Die Laufbewegung ist eine andere, je nachdem es darauf ankommt, unter Aufbietung aller Kräfte eine kürzere Strecke in größtmöglicher Schnelligkeit zurückzulegen, oder unter möglichster Ersparung an Kraft mit mäßiger Geschwindigkeit anhaltend lange Zeit zu laufen, um große

Entfernungen zu überwinden. Die Bewegung des schnellsten kurzen Laufs wird also verschieden sein von der Bewegung des eigentlichen Dauerlaufs.

Einen äußerlichen Anhalt zur Unterscheidung verschiedener Laufarten gewährt schon das Aufsetzen der Füße. Man kann entweder auf die Ferse zuerst auftreten, oder mit der ganzen Sohle gleichzeitig, oder nur von Fußspitze auf Fußspitze aufsetzen. Diese verschiedene Art, die Füße aufzusetzen, wirkt auch auf die ganze Körperhaltung ein. Während das Aufsetzen auf die Ferse oder die ganze Fußsohle gleichzeitig gestattet, den Körper beim Lauf stark vorzubeugen und die dadurch gegebenen Vorteile auszunutzen, erfordert der Lauf auf den Fußspitzen gerade gestreckte Haltung.

Haltung beim Lauf auf den Fußspitzen.

Der Lauf auf den Fußspitzen ist die klassische Laufart für schnellsten Lauf, d. h. für den Wettlauf über Strecken, bei deren Überwindung es nicht auf Ausdauer, sondern auf Entfaltung größtmöglicher Schnelligkeit in kurzem Zeitraum ankommt. Der Rumpf ist als Ganzes gerade gestreckt und im Hüftgelenk etwas vorgebeugt; die Brust möglichst frei nach vorn herausgebracht und voll ausgedehnt, die Schultern zurückgenommen; der Kopf wird gerade gehalten, ja etwas nach hinten geworfen, so daß das Gesicht etwas aufwärts gerichtet ist. Die Arme sind im Ellbogengelenk

Fig. 438. Schneller Lauf auf den Fußspitzen.

Fig. 439. Griechischer Wettläufer.

Fig. 440. Griechischer Wettläufer.

gebeugt, so daß die Unterarme wagerecht gerichtet sind und im rechten Winkel zum Oberarm stehen, die Fäuste sind geballt. Wir haben schon bemerkt, daß diese Armhaltung dazu dient, die Brustmuskeln an der vermehrten Atemarbeit zu beteiligen. Schulter und Arm werden abwechselnd bei jedem Laufschritt vorgebracht, und zwar, wie beim natürlichen Gang, im Gegensinn zur Bewegung der Beine. Schulter und Ellbogen befinden sich am weitesten nach hinten, wenn das gleichsinnige Bein vorn mit der Fußspitze aufgesetzt wird, und sind am stärksten nach vorn gebracht, während das gleichsinnige Bein nach dem Abstemmen am stärksten nach hinten im Kniegelenk gebeugt ist (Fig. 438).

Armschwingen bei griechischen Läufern.

Augenblicksphotographien, z. B. von Wettläufern, zeigen, daß beim gewöhnlichen schnellsten Lauf auf unseren Wettkampfplätzen diese Art der Bewegung der Schultern und Arme die gewöhnliche ist. Wir sehen aber auf zahlreichen Darstellungen von Läufern des griechischen Altertums, daß neben dieser gewöhnlichen Art der Bewegung der Schultern und Arme noch eine andere besteht, entsprechend der, welche wir oben beim athletischen Schnellgehen auf englischen und amerikanischen Sportplätzen beschrieben haben: nämlich daß die Schultern und Arme gleichsinnig mit dem ausschreitenden Bein bei jedem Laufschritt vorgenommen oder vorgeschleudert werden (s. Fig. 439 bis 441). Bei der feinen Beobachtungsgabe der griechischen Künstler und der Naturwahrheit, welche wir an griechischen Kunstwerken auch in der Wiedergabe ganz flüchtiger Momente einer Bewegung stets wieder bewundern müssen, ist nicht anzunehmen,

daß es sich hier um fehlerhafte Beobachtung und ungeschickte Wiedergabe handelt. Wir können es vielmehr als sichergestellt erachten, daß in der That bei den Hellenen eine Art des Schnelllaufs gepflegt wurde, der sich durch das gleichzeitige Vorbringen der Schultern und des Beins derselben Seite von der gewöhnlichen Art des natürlichen Laufs unterschied. Und wie beim athletischen Schnellgehen durch diese der natürlichen Bewegung entgegengesetzte und daher nur mit eingehender harter Übung erlernbare Art der Schulter- und Armbewegung ganz außerordentliche Ergebnisse in der Schnelligkeit gezeitigt worden sind, so dürfen wir wohl annehmen, daß bei diesem Kunstlauf der Griechen ein Gleiches der Fall war. Ohne greifbaren Zweck übt man sich eine solche schwierige Laufart nicht an.

Neuzeitliche Versuche mit solcher Bewegung der Schultern und Arme beim Lauf sind nicht bekannt geworden. Es wäre aber für die Technik des schnellsten Laufs von Bedeutung, wenn solche Versuche mit Ernst und der nötigen Beharrlichkeit von einer Anzahl geübter Läufer einmal unternommen würden. —

Fig. 441. Griechische Waffenläufer. — Während der erste, zweite und vierte Schulter und Arm entgegengesetzt zur Beinbewegung vorbringen, sind beim dritten diese Bewegungen gleichsinnig, entsprechend der Darstellung von Wettläufern im schnellsten Lauf.

Beinbewegungen.

Was die Beinbewegungen beim Lauf auf den Fußspitzen betrifft, so wird im Augenblick, wo die Spitze des ausschreitenden Beins vorn auf den Fußboden flüchtig aufgesetzt werden soll, um sich vom Zehenballen auf die Zehenspitzen abzuwickeln, nicht nur die Fußspitze nach abwärts gestreckt, sondern es ist auch im Kniegelenk das Bein fast gestreckt. Es tritt aber in dem Augenblick, wo die Fußspitze den Boden berührt, bereits wieder leichte Beugung im Kniegelenk ein, die dann nach dem Abstemmen vom Boden wieder zu einer sehr starken Beugung des Unterschenkels nach hinten und oben wird, wie oben bereits beschrieben. Diese leichte Beugung bei der Ankunft des Fußes auf dem Boden vermindert in wirksamer Weise die durch die Winkelstellung des Sprunggelenks schon stark abgeschwächte Fallerschütterung des Körpers, und macht die Laufbewegung zu einer leichten und elastischen. Die Griechen legten besonderen Wert darauf, den schnellen Lauf so leicht und flüchtig erfolgen zu lassen, daß die aufgesetzten Fußspitzen auf dem Sand der Laufbahn nur Spuren hinterließen, welche kaum sichtbar seien.

Länge des Laufschritts.

Wie beim Gehen das Aufsetzen des Fußes mit der Ferse zuerst die größte Schrittlänge gestattet, während der Gang auf die Fußspitzen zuerst die Schrittlänge notwendig verkürzt, so ist ein gleiches für den Lauf der Fall. Beim Lauf auf den Fußspitzen mit gestreckter Haltung des Körpers ist der Laufschritt ein kürzerer. Dieser Verlust muß durch um so größere Schrittzahl in der Zeiteinheit, also durch um so schnellere Schritte, ausgeglichen werden.

Lauf mit Aufsetzen auf die Ferse zuerst.

§ 295. Lauf mit Aufsetzen auf die Ferse zuerst.

Während für den schnellen ausgreifenden Marsch das Aufsetzen des ausschreitenden Fußes mit der Ferse zuerst, und Abwickeln der Fußsohle von da zur Großzehenspitze unbedingt am förderſamsten ist, gestaltet sich die Sache für den Lauf ganz anders. Zwar wird auch beim Lauf die Länge des Laufschrittes eine größere beim Aufsetzen der Ferse, aber dieser Gewinn ist nur ein scheinbarer. Denn das notwendige Abwickeln der Fußsohle von der Ferse zur Zehe kann nicht so schnell erfolgen, wie es die Flüchtigkeit des schnellen Laufes bedingt, und erfordert zudem die Aufwendung größerer Muskelarbeit als beim Lauf von Fußspitze zu Fußspitze. Zeit und Kraft werden vergeudet, wenn man bei schnellem Lauf den Fuß mit der Ferse zuerst aufsetzt. Noch ein anderes kommt hinzu. Das Aufsetzen auf die Ferse pflanzt den mit der ganzen Fallwucht des Körpers auf den Boden erfolgenden Anprall unmittelbar auf die Knochen des Unterschenkels, das Kniegelenk usw. fort. Die Fallerschütterung wird bei jedem Laufschritt eine ungemein heftige und bewirkt schneller Ermüdung. Der Lauf büßt an Leichtigkeit ungemein ein, wird schwerfällig.

Der Lauf mit Aufsetzen auf die Ferse zuerst ist daher für den schnellen Lauf gänzlich ungeeignet, und findet nur bei langsamerem Lauf seine Verwendung. Hier ist allerdings diese Form des Laufs eine natürliche (s. o. Fig. 430).

Lauf mit Aufsetzen der ganzen Fußsohle gleichzeitig. Beugelauf.

§ 296. Lauf mit Aufsetzen der ganzen Fußsohle gleichzeitig. Beugelauf.

Wie der Lauf mit Aufsetzen auf die Ferse zuerst, so gestattet auch der Lauf mit Aufsetzen der ganzen Fußsohle gleichzeitig ein stärkeres Vorbeugen des Körpers und damit leichteres Vorwärtstragen des Schwerpunktes. Der Lauf wird mit sparsamerem Aufwand an Kraft zu stande kommen, als dies beim schnellen Lauf auf den Fußspitzen der Fall ist. Dies giebt dem Lauf auf die ganze Sohle oder Ferse seine Bedeutung für den Dauerlauf, der um so länger fortgesetzt werden kann, je weniger er Muskelarbeit beansprucht, während bei schnellstem Lauf über eine bestimmte kürzere Strecke es sich darum handelt, in den entscheidenden, oft recht wenigen Augenblicken die größtmögliche Energie der Schnelligkeit zu entwickeln, wobei ein geringes Mehr

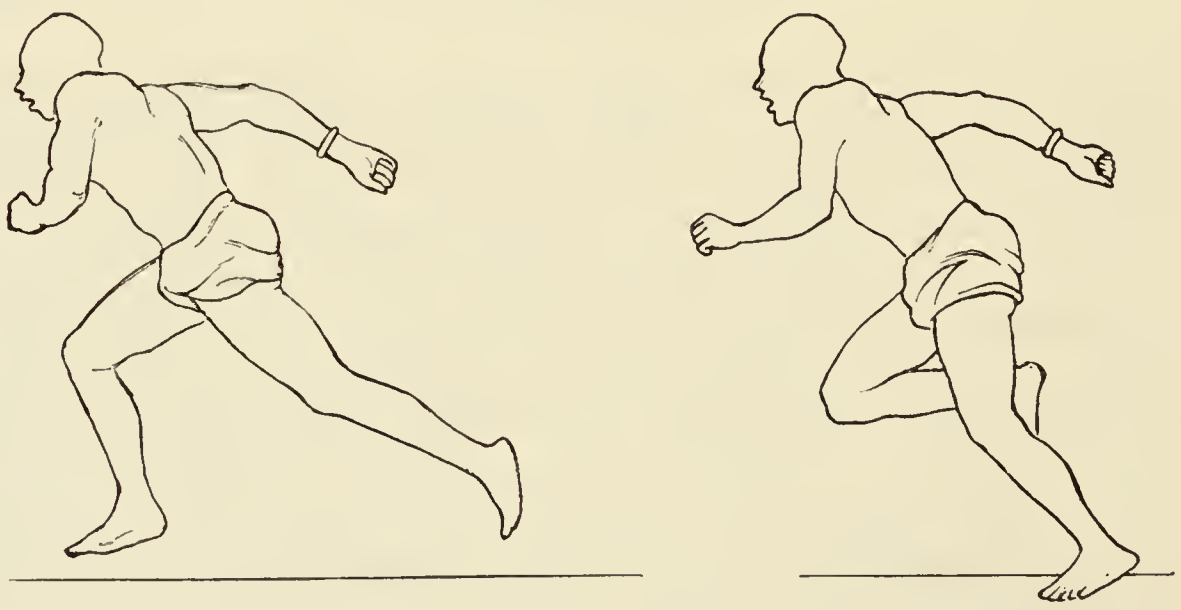


Fig. 442 und 443. Zwei Augenblicksaufnahmen eines laufenden Negers. Natürlicher Beugelauf mit Aufsetzen der Fußsohle. (Aus Regnault und Raoul, Comment on marche.)

von Muskelarbeit auf jeden Laufschritt gar nicht ins Gewicht fällt. Hier braucht nicht ängstlich Kraft erspart zu werden!

Der gewöhnliche Dauerlauf unterscheidet sich vom schnellsten Lauf nicht nur dadurch, daß die Bewegung eine stark gemäßigte wird, sondern auch dadurch, daß die ganze Art der Bewegung wesentliche Änderungen erfährt. Zunächst also bezüglich des Aufsetzens der Füße. Wem nicht das Aufsetzen mit den Fußspitzen auch beim Dauerlauf künstlich anerzogen ist, der setzt zuerst die Ferse, oder die Sohle

Natürliche Art des Dauerlaufs.

Fig. 444 und 445. Zwei Momente des Beugelaufs nach Aufnahmen von Marey. (Aus Regnault und Raoul, Comment on marche.)

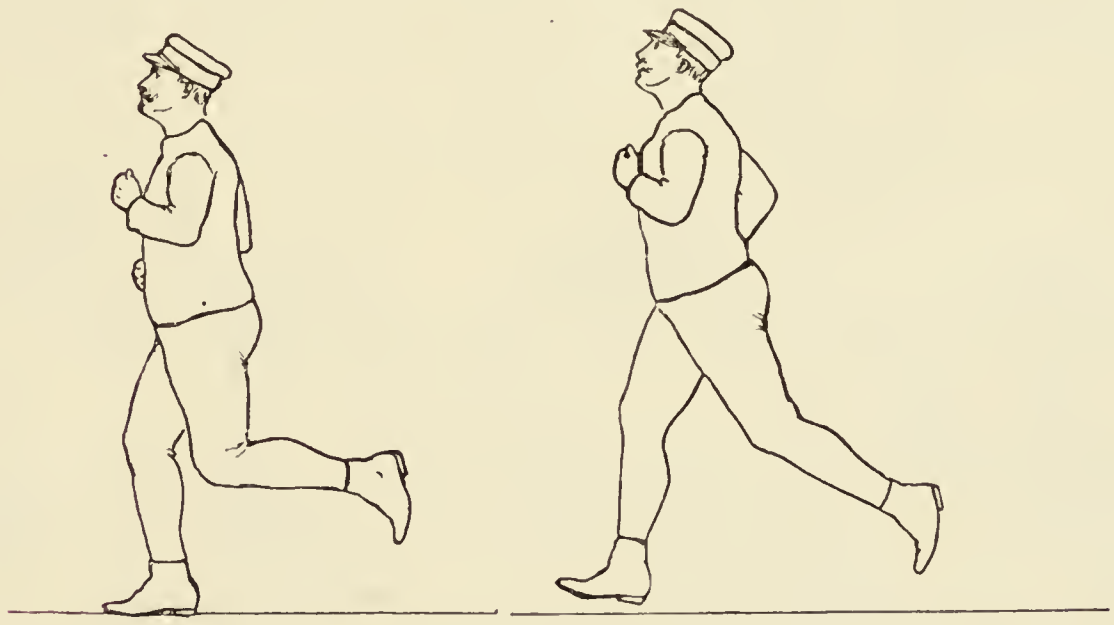


Fig. 446 und 447. Zwei Momente aus einer Reihenaufnahme des gewöhnlichen Strecklaufs, genau entsprechend den Aufnahmen in Fig. 444 u. 445. (Aus Regnault und Raoul, Comment on marche.)

gleichzeitig auf. Weiter wird die Haltung eine andere. Der Schwerpunkt wird mehr nach vorne verlegt, durch Beugung des Rumpfes in der Hüftachse nach vorne, die Beine werden stärker gebeugt. Das Kniegelenk wird nicht nahezu gestreckt, sondern bleibt in ausgesprochener Beugung auch kurz vor dem Niedersetzen des Fußes auf den Boden. Der Schwerpunkt wird niedriger getragen, die Körperhöhe ist durchweg eine geringere als bei dem Schnelllauf auf den Fußspitzen, der daher auch als Strecklauf bezeichnet werden kann. Diese Art der Haltung, beim einen mehr, beim andern weniger ausgesprochen, wird beim natürlichen Dauerlauf ganz von selbst von jedem eingenommen. Der Dauerläufer fühlt ohne weiteres, daß er so mit geringerer Anstrengung läuft, und länger aushalten kann. — Auf antiken Darstellungen findet man übrigens diese Unterschiede in der Bewegung beim Dauer-

lauf und beim schnellen Lauf auf den Fußspitzen oft in ganz bezeichnender Weise wiedergegeben (s. Fig. 439—441).

Beugelauf.

Aus der natürlichen Art des Dauerlaufs entwickelten Regnault und Raoul als Kunstlauf den Lauf in Beugung oder Beugelauf (course en flexion), eine Laufart, welche, ähnlich dem Beugemarsch, zu außerordentlichen Dauerleistungen befähigt (s. Fig. 444—447).

Haltung und Bewegung beim Beugelauf.

Bei diesem Lauf bleibt der Rumpf als Ganzes gestreckt, wird aber mit zunehmender Laufschnelligkeit immer mehr in der Hüftaxe nach vorn gebeugt, der Läufer läßt sich gewissermaßen von seinem Schwerpunkt nachziehen, „läuft sich selbst nach". Die Brust ist vorgebracht, die Schultern zurück, der Kopf hoch, etwas nach hinten über gestreckt. Die Ellbogen sind in Beugung, so daß die Unterarme horizontal stehen, die Fäuste geballt. Raoul empfiehlt, um die Schultern gut zu halten, und die Brustatmung zu erleichtern, einen Stab in den Händen zu halten, und zwar so, daß die Linke das eine Ende des Stabes in Brusthöhe mit Untergriff gefaßt hält, während die Rechte das andere Ende in Hüfthöhe trägt. Man kann auch einen Stab hinter dem Rücken durch die gekrümmten Ellbogen durchstecken. Die Kniee sind gekrümmt. Die Füße streifen kurz über dem Boden hin; sie werden nicht höher gehoben, als eben nötig, um an die Rauhigkeiten und Unebenheiten des Bodens nicht anzustoßen. Die Fußsohle wird möglichst in einem, mit Zeh und Ferse gleichzeitig, leicht und geräuschlos aufgesetzt.

Gegenüber dem gewöhnlichen Lauf bietet der Beugelauf ähnliche Vorteile wie der Beugemarsch gegenüber dem gewöhnlichen militärischen Marsch: die Schrittlänge ist größer, die senkrechten Erhebungen des Kopfes sind geringer, und zwar um 2 cm, die mittlere Körperhöhe durch die stärkere Beugung um etwa 10 cm niedriger als beim gewöhnlichen Lauf in gestreckterer Haltung. Marey giebt folgende Messungsergebnisse an:

Messungen von Marey.

Laufart	Schrittlänge des Doppelschritts	Einfache Schrittlänge	Dauer der Laufschrittzeiten in 1/100 Sekunden: Ein Doppelschritt	Stützzeit jed. Fußes	Schwingung	Freifliegen	Kopfhöhe	Senkrechte Schwankung.	Mittlere Rumpfneigung zur Horizontalen	Umfang der Schwankungen der verschiedenen Abschnitte der untern Gliedmaßen: Schenkel zum Rumpf	Unter- zum Oberschenkel	Fuß zum Unterschenkel
	m	m	1/100 Sekunden				m	m	Grad	Grad	Grad	Grad
Gewöhnlicher Dauerlauf	2,59	1,295	57	18	39	12	1,64	0,07	85	65	84	53
Beugelauf .	2,77	1,385	61	23	38	7	1,54	0,05	77	77	65	62

Arbeitsgröße der senkrechten Erhebung.

Beim Beugelauf ist die Schrittlänge nur wenig größer als beim Strecklauf (beim Beugemarsch war dagegen die Schrittlänge erheblich größer als beim gewöhnlichen Marsch). Was die Schrittzeiten betrifft, dauert die Stützzeit jeden Fußes etwas länger, weil das Abwickeln der ganz aufgesetzten Fußsohle mehr Zeit erfordert; die Zeit des Freifliegens ist eine kürzere. Die mittlere Rumpfneigung zur Horizontalen weicht erheblich mehr von der Senkrechten ab. Wesentlich fällt auch hier wieder die geringere senkrechte Hebung des Kopfes bei jedem Laufschritt ins Gewicht.

Für den Kilometer berechnet ergiebt sich dabei folgendes hinsichtlich der Arbeitsgröße:

Laufart	Schrittlänge	Senkrechte Erhebung bei jedem Laufschritt	Laufschritte über einen Kilometer	Gesamterhebung des Körpers auf 1 Kilometer Lauflänge	Arbeitsaufwand für die senkrechte Erhebung bei 75 kg Körpergewicht
Gewöhnlicher Dauerlauf . .	1,295	0,07	786	55,02 m	4126,5 kg-M
Beugelauf . .	1,385	0,05	722	36,1 m	2707,5 kg-M

Beim Zurücklegen eines Kilometers in gleicher Geschwindigkeit mittels gewöhnlichen Dauerlaufs und Beugelaufs war der Arbeitsaufwand, welcher auf die senkrechte Erhebung des Körpers entfällt, beim Beugelauf um ein gutes Drittel geringer als bei gewöhnlichem Dauerlauf. Schon darin zeigt sich, daß der Beugelauf vorteil-

Fig. 448. Chronophotographische Reihenaufnahme des gewöhnlichen Laufs von Marey. (Aus Regnault und Raoul, Comment on marche.)

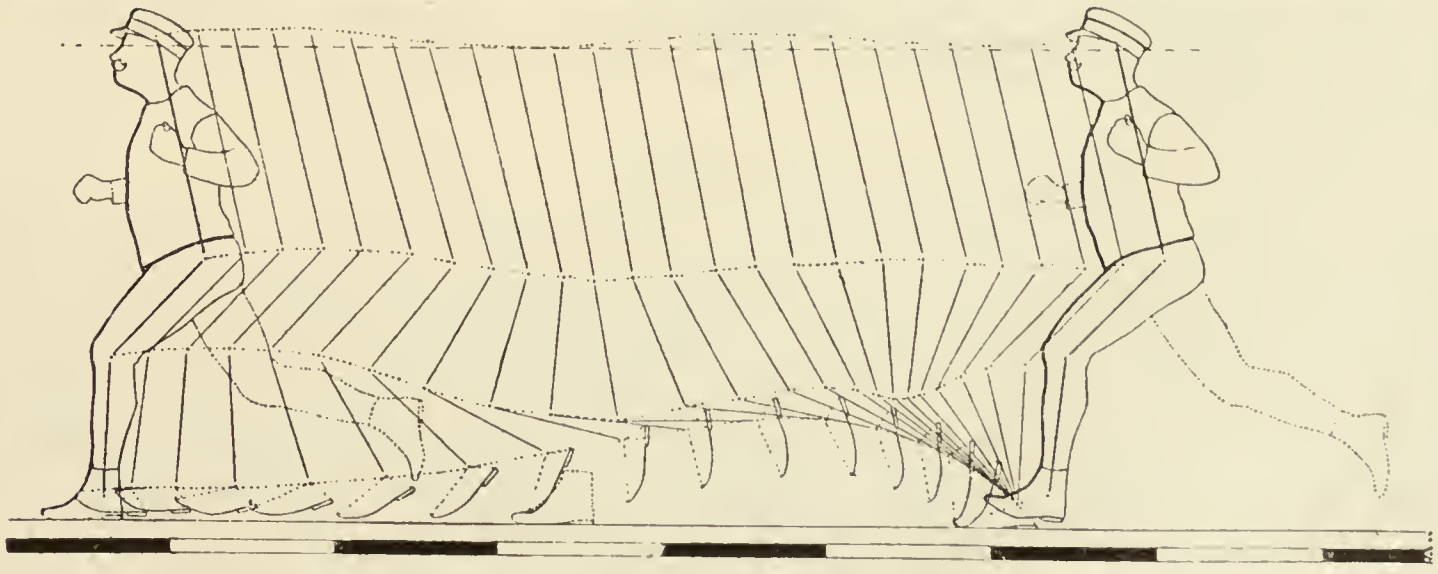


Fig. 449. Chronophotographische Reihenaufnahme des Beugelaufs von Marey. (Aus Regnault und Raoul, Comment on marche.)

hafter ist dadurch, daß er einen geringeren Grad von Muskelarbeit beansprucht. Daß beim Beugelauf der Druck auf den Boden geringer ist, zeigen schon die weniger tiefen Fußspuren auf nachgiebigem Boden.

Übung des Beugelaufs.

Um den Beugelauf richtig und mit Vorteil über längere Strecken ausführen zu können, ist eine sorgfältige Übung und Schulung desselben notwendig.

Raoul erzielte bei französischen Soldaten nach 36 Übungsstunden, daß seine Leute schließlich zwölf Kilometer in einem Zuge durchliefen. Die Leute trugen Drillschuhe, leichte Hosen und Sweater; nach dem Lauf wurde stets die Wäsche gewechselt. Er ließ stets erst mit ganz kurzem Schritt (25 cm) und langsamem Zeitmaß beginnen, so daß der erste Kilometer erst in zehn Minuten durchlaufen war, nur langsam wurde die Schnelligkeit gesteigert. Auch bei den fertig Geübten wird stets mit etwas langsamerem Lauf begonnen, und erst beim dritten Kilometer die volle mittlere Laufgeschwindigkeit eingenommen. Folgende Übersicht zeigt die gemachten Fortschritte bei einem solchen Übungsgang.

	Gesamte Lauflänge:	Laufgeschwindigkeit beim 1., Min. Sek.	2., Min. Sek.	3. km Min. Sek.
Anfang der Übungen . . .	3 km	10,—	9,30	7,45
Nach 15 Übungsstunden . .	5 „	8,45	7,30	6,30
„ 30 „ . .	9 „	8,—	6,45	5,45
„ 36 „ . .	12 „	7,45	6,15	5,43

Vom fünften Kilometer ab betrug die Laufgeschwindigkeit durchschnittlich einen Kilometer in 5 Minuten 30 Sekunden. Am Schluß der Übungszeit wurde der Lauf auf unebenem Boden, über Sturzäcker, durch Gestrüpp usw. bevorzugt. Dabei soll das Knie noch mehr gebeugt werden. Ebenso läßt sich der Beugelauf mit Vorteil verwenden, um Anhöhen zu überwinden und abschüssige Wege hinabzulaufen. Im letzteren Falle sollen die Beine überstark gebeugt werden; der Läufer muß sich „ganz klein“ machen.

Daß diese Art des Laufs in der That große Vorteile bietet, sich leicht vollzieht, weniger ermüdet und vor allem die Atmung weniger anstrengt, lehren schon die ersten Versuche — wenngleich die Eingewöhnung in die ungewohnte Art der Haltung und Bewegung nicht ohne Muskelschmerzen abgeht.

Turnerische Pflege des Laufs.

§ 297. Pflege des Laufs.

Der Lauf als Übung wird gepflegt:

1. als Laufübung turnender Abteilungen nach Befehl im Charakter eines mäßig schnellen Dauerlaufs;

2. als Wettlauf;

3. als freier willkürlicher Lauf im Spiel.

Laufübungen auf Befehl.

1. Laufübungen auf Befehl sind, in rechter Weise gepflegt, ungemein wertvoll. Es kommt darauf an, einen nicht zu schnellen, aber großschrittigen Lauf anzuüben und so zu betreiben, daß die Laufzeiten allmählich gesteigert werden bis zu 12, 15 und 20 Minuten. Noch länger ununterbrochen zu laufen hat für die heranwachsende Jugend schwere Bedenken, während für laufgeübte kräftige Erwachsene hier und da eine größere Dauerleistung im Lauf zu unternehmen von Nutzen ist, und als Probe besonderer Leistungsfähigkeit auch ungemein befriedigt.

Armhaltung und Bewegung.

Die Arme sind bei den Laufübungen im Ellbogengelenk gebeugt mit wagerecht gehaltenen Unterarmen zu tragen wie beim natürlichen Lauf. Gelegentlich kann

man auch einen Stab quer vor der Brust in den Händen tragen lassen (Untergriff ist dabei vorzuziehen). Sehr wirksam ist überhaupt die Verbindung solchen ruhigen Übungslaufs mit Stabgriffen, namentlich mit Stab vornaus, Stab vornauf, Stab hintenab und Stab hinter Schulter. Es sei auf die Darstellung in der Neuen Turnschule von Prof. O. H. Jaeger hier besonders verwiesen, wenn auch die dort verlangte gestreckte Haltung der Beine und Fußspitzen nicht dem Muster eines förderlamen Dauerlaufs entspricht. Das früher beliebte Aufstützen der Hände auf die Hüften beim Übungslauf ist dagegen für die ungehemmte freie Laufbewegung nicht förderlich, sondern erschwert dieselbe, indem es Rumpf und Schultern ungelenk macht.

Was die Atmung beim Lauf betrifft, so legt man gemeinhin großen Wert darauf, daß nur durch die Nase mit festgeschlossenem Munde geatmet werde. Diese Vorschrift ist, wie jeder weiß, der selbst viel gelaufen ist, weder bei längerem Dauerlauf noch bei schnellstem Lauf gut innezuhalten. Ja sie ist unter Umständen für die Erfüllung des Atembedürfnisses geradezu hinderlich. Wir Europäer besitzen nicht die weite Hundenase des Negers, sondern unsere Nasen sind schmaler gebaut, und die Luftgänge des Nasenlabyrinths oft recht enge. Ungemein häufig sind die Nasenwege, namentlich im schulpflichtigen Alter, noch dadurch ganz besonders enge und für stärkere Atembewegungen unzureichend, daß Schwellungen der Schleimhäute in der Nase bestehen, daß die Nasenscheidewand verbogen ist, oder daß die Ausmündung der Nasenwege in die Rachenhöhle an den Choanen durch geschwellte Rachenmandeln eingeengt ist. In allen diesen Fällen wird namentlich die Ausatmung, nach welcher Muskelkräfte in geringerem Grade thätig sind als bei der Einatmung, nur unvollständig erfolgen können, die Lungen werden unvollkommen entleert, und die Atmung versagt bald. Dies um so mehr, als ohnehin beim Lauf die Ausatmung bei stärkerer Atemanstrengung leicht kurz und stoßend wird, gegenüber der tiefern, längern und schnappenden Einatmung. Die Lungen können sich der in ihnen enthaltenen kohlensäureüberladenen Reserveluft nicht entledigen. Aus diesem Grunde hat man vorgeschlagen, beim Lauf nur durch die Nase einzuatmen, dagegen durch den Mund auszuatmen. Dies wird die Atmung schon wesentlich erleichtern. Atmung beim Lauf.

Für längeren Dauerlauf ist andererseits empfohlen worden, zwar durch die Nase zu atmen, aber allen 4—5 Atemzügen eine besonders tiefe Ein- und Ausatmung durch den Mund folgen zu lassen.

Bei schnellstem Lauf (Wettlauf) ist das Atmen durch den Mund, entweder mit geöffneten Lippen, aber durch die geschlossenen Zahnreihen hindurch, oder einfach mit leicht geöffnetem Munde, überhaupt nicht zu verbieten. Die Furcht, daß das unmittelbare Eindringen kälterer Luft die Schleimhaut der oberen Luftwege zu empfindlich abkühle und schädige, ist um so weniger begründet, als diese Schleimhaut beim Lauf stärker blutreich ist als gewöhnlich, und daher dem Einfluß der Abkühlung weniger unterliegt. Anders liegt schon die Sache, wenn die Luft stark staubig ist, denn hier wird in der That beträchtlich viel Staub durch den Mund unmittelbar in die Luftwege eingesogen. Daraus geht von neuem hervor, daß man in staubiger Turnhalle keine anstrengenderen Laufübungen machen soll. Hier und da sieht man Wettläufer, welche, die Nachteile des Atmens durch den offenen Mund befürchtend, aber nicht im stande, genügenden Atemgang bloß durch die Nase zu unterhalten, sich beim Lauf ein Tuch (ihr Schnupftuch meistens) in den Mund stecken, durch welches sie dann atmen. Diese Sitte ist weder schön noch appetitlich und erregt höchstens bei manchem Zuschauer ein unangenehmes Gefühl im Munde mit stärkerem Speichelfluß.

Das Auftreten beim Lauf soll möglichst leicht erfolgen ohne dröhnendes Gepolter. Schwerfälliges Niedersetzen der Füße bewirkt bei jedem Schritt stärkere Auftreten.

Erschütterung des Körpers und beschleunigt das Eintreten der Ermüdung. Zudem wird so auch unnötig viel Staub aufgewirbelt.

Zeitmaß des Laufs.

Das Zeitmaß des Dauerlaufs ganzer Abteilungen kann im Mittel 180—200 Laufschritte in der Minute betragen. Man beginne aber mit langsamerem Laufschritt von etwa 100 Laufschritten in der Minute und steigere dann allmählich den Taktlauf bis zur obigen Schrittzahl. Der Leiter der Übungen muß den Takt in geeigneter Weise angeben oder besser selbst voranlaufen.

Den eigentlichen Lauf möglichst viel und ausgiebig hinsichtlich der Laufschnelligkeit, der Schrittgröße und der Laufdauer zu üben, ist die Hauptaufgabe einer rechten Laufschulung. Besondere künstliche Formen des Laufs, wie Spreizlaufen (Lauf mit Vorspreizen), Schlaglaufen (Schlagen beim Niederstellen des spreizenden Beins), Wiegelauf, Lauf mit Knieheben (Steigelauf), Lauf mit Fersenheben oder Anfersen usw., ferner der sogenannte Lauf an Ort, der gar kein Lauf ist, und ähnliche Übungen haben ihren Wert als Freiübungen von Ort, sind aber für die eigentliche Übung eines ausholenden Laufs nach Schnelligkeit und Dauer ohne Belang.

Jaegersche Laufschule.

Eine hervorragende Stellung nehmen die Laufübungen in der Jaegerschen Turnschule ein, die allerdings den Lauf nur „hochher leicht und leise auf Zehen und Ballen" vorschreibt, während wir sahen, daß der Sohlenlauf für den Lauf als Dauerbewegung sowohl natürlicher als kraftsparender ist. Die dort angewendeten Laufformen sind:

1. Der „Laufmarsch": 180—190 Laufschritte in der Minute von je 80 cm Länge.
2. Der „Dauerlauf": 192 Laufschritte in der Minute von je 75 cm Länge in Verbindung mit Stabgriffen. Die Dauer wird mit der zunehmenden Turnfertigkeit gesteigert bis auf 15 Minuten in der höchsten Stufe (5. Turnjahr).
3. Der „Schnelllauf": bis zu 336 Laufschritten in der Minute, mit zunehmender Lauffertigkeit ansteigend. Auch den Schnelllauf verband Jaeger mit Stabgriffen.
4. Der „Sprunglauf" über kurze feste Strecken, mit Steigerung der Laufschrittgröße von einem bis zu zwei Meter.
5. „Wettlauf" über Strecken bis zu 300 Meter.
6. „Sturmlauf" eine steile Böschung hinan.
7. „Knieheb- oder Strampflauf" über Brachfeld, Wildwuchsboden, Kies und Sand, Schnee und Wasser.
8. „Lastlauf": die Turner haben eine Fremdlast zu tragen.
9. „Traglauf": Ein Schüler hat den andern auf dem Rücken zu tragen und so zu laufen.

Zweifellos ist die Jaegersche Laufschule von hervorragender Bedeutung und in manchem Betracht vorbildlich.

Pflege des Wettlaufs.

§ 298. Bemerkungen über die Pflege des Wettlaufs.

Der Wettlauf hat als Höchstleistung unter Aufbietung aller verfügbaren Schnellkraft des Körpers neben dem Dauerlauf einen besonderen, anders nicht zu ersetzenden Wert. Es ist eine irrige Vorstellung, daß der Wettlauf über kürzere Strecken leicht sei, dagegen der Wettlauf über längere Strecken schwieriger und erschöpfend, ja gefährlich. Das trifft nur zu für den ungeübten, nicht aber für den geschulten Läufer, welcher der Länge der zu durchlaufenden Strecke entsprechend mit seinen Kräften hauszuhalten und die Laufschnelligkeit abzustufen weiß.

Wettlauf über kurze Strecken.

Bei dem Wettlauf über kurze Strecken (50—100 Meter) ist vor allem wichtig die Übung des Ablaufens, der „Start". Das Ablaufzeichen dazu wird am besten hinter dem Rücken des Läufers, nach kurz vorher erfolgter Ankündigung

„fertig!“ durch einen Pistolenschuß oder einen ganz kurzen scharfen Befehl: „Los!“ gegeben. Ein durch das Auge vermitteltes Ablaufzeichen, wie Senken eines emporgehaltenen Tuches oder einer Fahne zwingt den Läufer dazu, daß er den Kopf emporhält, um geradeaus zu schauen, und benimmt ihm so die Freiheit, eine beliebige ausholende Stellung an der Ablaufstelle einzunehmen. Sobald der Befehl erteilt ist, muß der Läufer auch sofort schon in voller Laufbewegung sein. Dieser plötzliche Übergang aus der Ruhestellung in schnellste Vorwärtsbewegung ist ungemein schwierig. Er ist aber bei so kurzen Läufen, wo ein kleiner Bruchteil einer Sekunde für den Sieg ausschlaggebend sein kann, von größter Wichtigkeit. Daher zu solchem Wettlauf unablässige Übung im Ablauf einen Hauptteil der Vorbereitung ausmacht. Damit erhält aber auch der Wettlauf über kurze Strecken einen neuen Übungswert, und zwar im Sinne der Nervengymnastik. Denn Nerven und Muskeln vor dem Ablauf derart mit Spannkraft gewissermaßen zu laden, daß im selben Augenblick, wo das Ablaufzeichen gegeben ist und zum Bewußtsein gelangt, auch schon die beabsichtigte umfassende Bewegung im vollsten Gange ist, so daß der Körper mit vollster Wucht vorwärts geschleudert wird: das erfordert eine eigene Schulung der Bewegungsnerven. Um diese schwierige Bewegungsaufgabe möglichst zu erleichtern, nimmt der Wettläufer an der Ablaufstelle eine ausholende Stellung ein, welche diejenigen

Plötzlicher Ablauf.

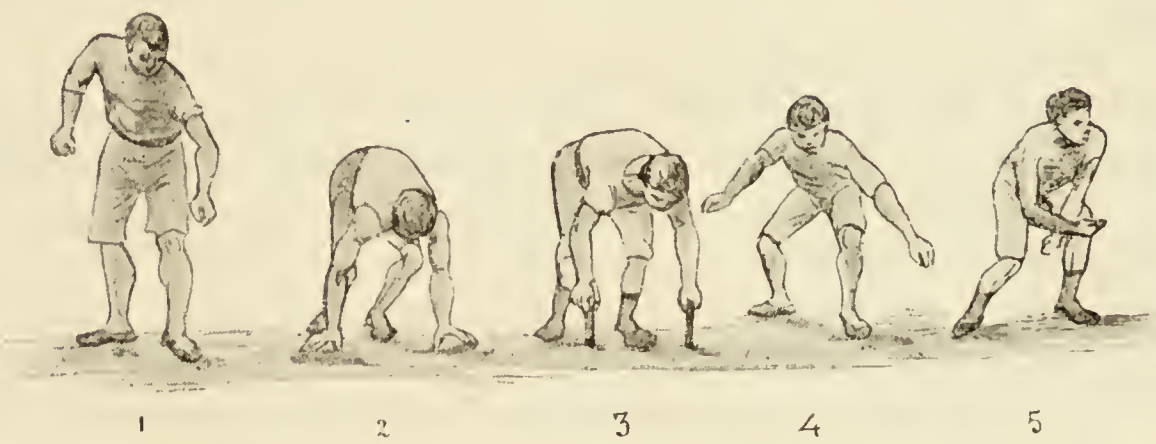


Fig. 450. Fünf Wettläufer im Begriff abzulaufen. Nach einer Augenblicksphotographie (Athen 1896).

Muskeln, die zunächst durch plötzliche Zusammenziehung schnellste Laufbewegung einzuleiten haben, dehnt, und ihm gestattet, mit einem kurzen Aufsprung unmittelbar in die schnellste Laufbewegung überzugehen.

Der Läufer steht zum Ablauf sprungbereit mit dem vorderen leicht gebeugten Beine auf der Linie, welche den Anfang der Laufbahn bezeichnet. Das hintere Bein, welches auf das Ablaufzeichen hin urplötzlich nach flüchtigem Abstemmen vom Boden in Beugung vorgebracht werden muß, um dann unter kraftvoller Streckung den ersten vollen Laufschritt einzuleiten, ist in den Knieen gebeugt — ausholende Dehnung der Strecker! — mit eben gelüfteter Ferse auf den Zehenballen aufgesetzt, und zwar mit der Fußspitze nach außen gerichtet, während die Fußspitze des vorderen Beines geradeaus in der Richtung der Laufbahn steht. Der Winkel, den die nach hinten gehenden Verlängerungslinien der Fußachsen miteinander bilden, beträgt bei geübten Läufern bis zu einem rechten. Der Rumpf ist vorgebeugt und ruht mit seiner Schwerlast vorzugsweise auf dem vorderen Bein.

Stellung zum Ablauf.

Im übrigen ist die Haltung je nach Gewöhnung eine außerordentlich verschiedene: bei dem einen mehr aufrecht, bei dem andern mehr zusammengebeugt. Manche Läufer beugen sich so tief, daß sie mit den Fingern der vorgestreckten Arme den Boden berühren, und so zum ersten sprungartigen Vorschießen nicht nur mit dem hinteren Bein sondern auch mit den Armen vom Boden abstemmen. Andere bedienen

sich, um sich nicht allzutief vornüberbeugen zu müssen, zweier mit den Händen gefaßten Stäbchen, mittels welcher sie sich vom Boden abschnellen (s. Fig. 450).

Atemgang. Wichtig ist für den Wettläufer der Atemgang. Ist die Laufstrecke nicht länger als 100 Meter (gute Läufer brauchen zum Lauf über 100 Meter etwa 11 Sekunden), so kann sie auf einen Atem gelaufen werden. Der Wettläufer macht kurz vor dem Ablauf eine möglichst tiefe Einatmung und kann dann mit angehaltenem Atem die Strecke durchmessen, ohne einen neuen Atemzug machen zu müssen. Eine ähnliche Verlängerung der Ausatmung erzielten die Griechen dadurch, daß sie eine kurze Wettlaufstrecke mit anhaltendem Schreien durchliefen.

Kleidung beim Wettlauf. Eine unzweckmäßige Kleidung vermag beim Wettlauf sehr hinderlich zu sein. Das Beinkleid darf sich nicht im geringsten über dem Kniegelenk strammen. Mag der Widerstand, den eine lange Hose, oder eine noch unter das Kniegelenk reichende und hier anliegende Kniehose bei jedem einzelnen Laufschritt macht, auch noch so gering sein; alle diese kleinen Widerstände summieren sich, und fallen für das Gesamtergebnis stark beeinträchtigend ins Gewicht. Darum ist für den Wettlauf am geeignetsten eine ganz weite Kniehose (sogen. Rackerhose), oder ein Beinkleid, welches nur bis oberhalb des Knies reicht — ähnlich den Beinkleidern der Alpenbewohner. Hinderlich sind auch über das Knie reichende lange Strümpfe. Das Kniegelenk muß eben ganz frei sein. — Der Rumpf ist am besten mit Trikothemd bekleidet, die Füße mit leichten Drillichschuhen.

Vorbereitung zum Wettlauf. Bei der Vorbereitung zum Wettlauf kommt es nicht nur darauf an, durch unermüdliche Übung des Ablaufs möglichst von vornherein in schnellste Fortbewegung gelangen zu können, sowie sich auf schnellsten Lauf nach Schrittzahl und Schrittlänge zu üben, sondern es ist auch nötig, so viel als möglich Lungen und Herz zu kräftigen und auf die volle Höhe der Leistungsfähigkeit zu bringen. Wird dies auch durch den häufiger veranstalteten kurzen Lauf an sich schon teilweise erzielt, so wirkt in dieser Richtung doch nachhaltiger der ausgedehnte Dauerlauf, welcher lange Zeit hindurch gleichmäßig starke Thätigkeit der Atemmuskeln und des Herzmuskels erfordert. Es waltet hier ein ähnliches Verhältnis ob wie bei den Skeletmuskeln: häufige Kraftübungen vermehren zwar stark den Umfang der betreffenden Muskeln, und machen sie zu den stärksten kurzdauernden Kraftleistungen geschickt, aber nicht zu Dauerleistungen. Die Muskeln werden durch kurze Höchstleistungen nicht dazu träniert, mit geringstem Stoffumsatz zu arbeiten. Gerade letzteres ist aber für die Arbeit der Lungen und des Herzens beim Lauf ungemein wichtig. Denn die Belastung des Kreislaufs und der Atmung ist es, welche die Lauffähigkeit beschränkt und ihr ein Ziel setzt. —

200 Meter-Lauf. Dies tritt sofort hinsichtlich der Atmung dann hervor, wenn nicht mehr, wie über ganz kurze Strecken, in einem Atem gelaufen werden kann. Schon die vielgeübte, dem griechischen Stadion von 192 Metern am nächsten kommende und zum Wettlauf in Deutschland besonders beliebte 200-Meterstrecke erfordert besondere Rücksichtnahme auf den Atemgang. Aber die Kürze der Strecke verführt andererseits den Läufer immer wieder dazu, mit der vollen Geschwindigkeit des 100-Meterlaufs und angehaltenem Atem auch die 200 Meter durchlaufen zu wollen. Daher gilt vielfach bei guten Läufern der 200-Meterlauf als der anstrengendste, der am meisten „auspumpt".

Längere Strecken. Viel näher liegt es beim Wettlauf über längere Strecken, daß der Läufer sich durch häufigere Übung über das Maß seiner Herz- und Lungenkraft unterrichtet, um die Schnelligkeit der Bewegung dementsprechend einzuschränken. Mit der Schnelligkeit, die man über 100 oder 200 Meter entwickelt, kann man nicht 500 Meter laufen — man würde sonst vor dem Ziel schon erschöpft sein und einhalten müssen

oder nur noch mit ganz geringer Schnelligkeit sich bis zum Ziel durchschleppen können. Es darf beim Lauf über längere Strecken nicht mit allzugroßem Ungestüm losgelaufen werden. Es ist sogar gut, daß man die Durchschnittsgeschwindigkeit, mit der man die Strecke zu durchmessen gelernt hat, nicht von vornherein schon einnimmt, sondern sich erst eine Reihe von Sekunden hindurch allmählich „einläuft". Die so ersparte Kraft reicht dann zu einem kräftigeren Vorschießen in schnellstem Lauf (spurt), um den Gegner zu überholen, aus. Nur darf der Läufer sich dabei nicht zu viel ausgeben; er muß noch mit voller Laufgeschwindigkeit durchs Ziel gehen. — Alles das, es sei noch einmal wiederholt, erfordert gute fleißige Übung. Dagegen soll mit Ungeübten ein Wettlauf über längere Strecken nicht unternommen werden. —

Ankunft am Ziel.

Nachdem der Wettläufer am Ziel angekommen ist, oder sagen wir besser die Ziellinie passiert hat, kommt es für ihn darauf an, durch ruhigeres und namentlich tieferes Atmen die Blutüberfüllung der Lungen und das beklemmende Gefühl auf der Brust los zu werden. Vorzeitiges Sprechen ist zu meiden. Dabei soll der überhitzte Läufer nicht stehen, sondern umhergehen; bei kühlem windigen Wetter ist ihm ein leichtes Wolltuch (Plaid) oder ein weiter Lodenmantel umzuhängen.

Seitenstechen.

Bei vielen Läufern stellt sich während eines starken Laufs heftiger Schmerz, meist in der Gegend der linken Rippenweichen ein. Derselbe wird vor allem verursacht durch die Erschütterung der Magenwände, namentlich dicht unter dem Zwerchfell, am Mageneingang, sowie durch die Anstrengung des Zwerchfells selbst. Im Volksmunde wird dieser Schmerz als „Milzstechen" bezeichnet. Daß ein Zusammenhang dieser Schmerzempfindung mit einer angenommenen Blutüberfüllung der Milz bestehe, ist schon oben als unwahrscheinlich bezeichnet worden. Es sei nur noch erwähnt, daß das Seitenstechen beim Lauf besonders heftig auftritt, wenn mit vollem Magen kurz nach einer Mahlzeit gelaufen wird. Es kann leicht so heftig werden, daß der Lauf unterbrochen werden muß. Häufige Übung im Lauf macht das Auftreten dieses Schmerzes schwinden oder verringert es doch erheblich.

§ 299. Der Hindernislauf.

Hindernislauf.

Eine besondere Art des Wettlaufs von bedeutendem Übungswert ist der Hindernislauf. Bei demselben wird die Laufbahn unterbrochen durch niedrige Hürden, durch Planken, durch Bretterwände, oder auch durch Gräben, welche Hindernisse mit einfachem Sprung, Flankensprung oder Überklettern überwunden werden müssen. Besonders beliebt sind als Hindernisse 0,90—1,10 Meter hohe Hürden aus Stroh, aufrechtstehenden Binsen oder Ginsterruten, an leichtem Lattengestell befestigt.

Sportlicher Hürdenlauf.

Beim meist geübten sportlichen Hürdenrennen befinden sich auf der 120 Ellen = 109,7 Meter langen Laufbahn zehn Hürden von je 1,06 Meter Höhe. Diese Hürden sind in Zwischenräumen von je 10 Ellen = 9,14 Meter angeordnet. Nur am Anfang der Bahn sowie am Ende derselben hinter der letzten Hürde ist ein größerer Raum von 15 Ellen = 13,65 Meter. Diese regelmäßige Einteilung ermöglicht es, daß die Läufer mit genau eingeübten Schritten von bestimmter Länge den Zwischenraum zwischen je zwei Hürden in drei Laufschritten zurücklegen, während mit dem vierten Laufschritt die Hürde mehr überstiegen als übersprungen wird (s. Fig. 451). Es ist also jeder Laufschritt etwa 2,28 Meter lang. Nur durch diese regelmäßige Anordnung und die Einübung auf solch feste Verhältnisse in der Anordnung der Hindernisse ist es möglich geworden, daß ganz erstaunliche Leistungen bei dieser Art des Hindernislaufes erzielt worden sind. 1865 wurde diese Laufstrecke von 109,7 Meter

mit 10 Hürden in 16 Sekunden gelaufen, 1895 bei einem Wettlauf in London sogar in $15^4/_5$ Sekunden!

Turnerischer und militärischer Hindernislauf.

Da der Hindernislauf wie wenige Wettübungen angewandtes Turnen bedeutet, und für zahlreiche Fälle im praktischen Leben — Lauf querfeldein über Hecken und Gräben — sowohl, wie namentlich im Kriegsdienst vorbereitet, so verwischen solche künstlich zurechtgeschnittenen, für die Erzielung bester Ergebnisse hinsichtlich der Schnelligkeit allerdings günstigen Verhältnisse doch den eigentlichen Zweck dieser Übung, und entkleiden dieselbe allzusehr des übenden Charakters für reale Vorkommnisse des

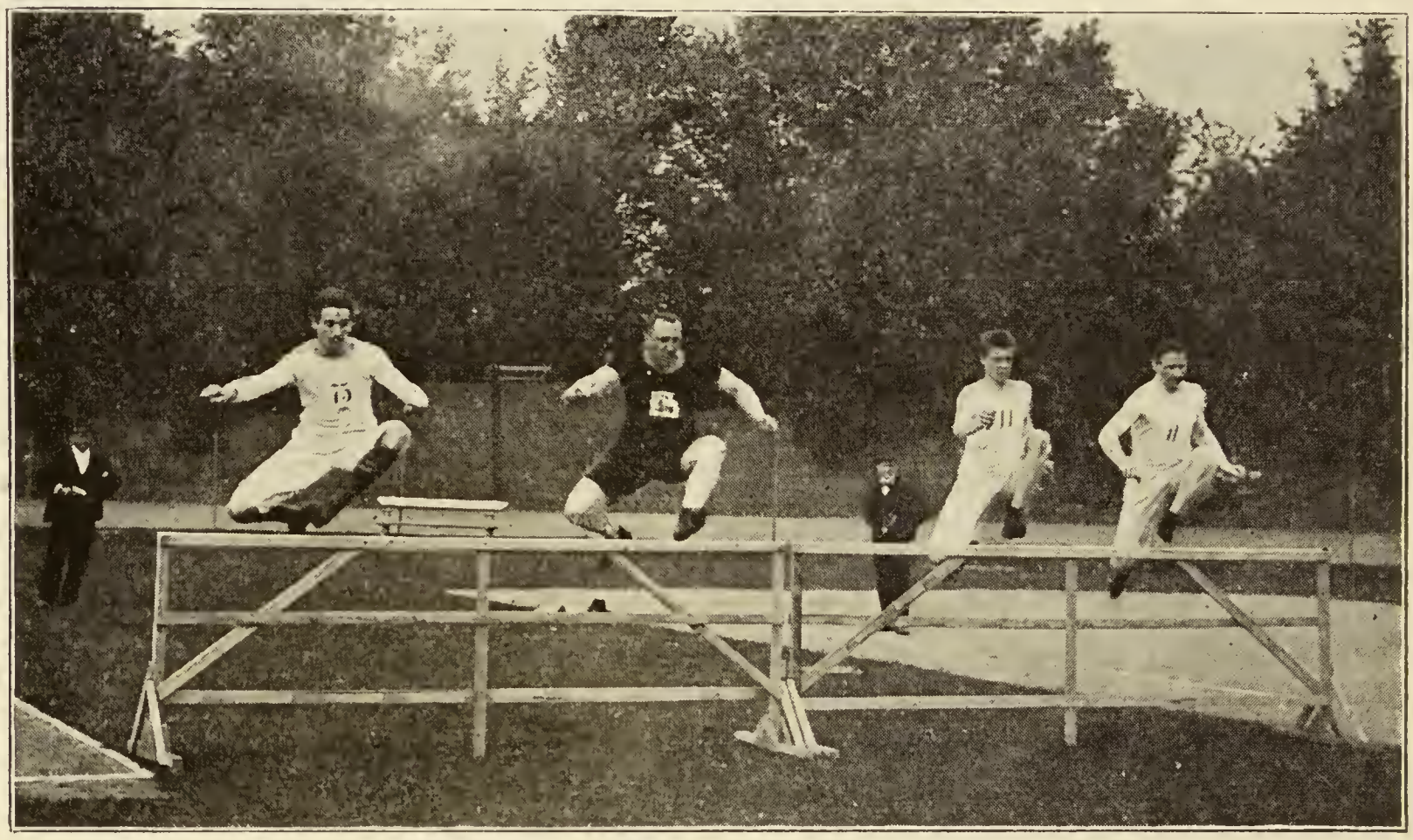


Fig. 451. Überspringen einer Hürde beim sportlichen Hürdenlauf. Nach einer Augenblicksphotographie.

Lebens. — Es empfiehlt sich daher für die Übung des Hindernislaufs auf den Übungsplätzen unserer Jünglinge und Männer, die Hindernisse mannigfacher zu gestalten, nicht bloß Hürden von 90—100 cm Höhe, sondern auch Planken verschiedener Höhe, Geräte wie Bock, Pferd und Kasten, ferner Gräben u. dergl. zu verwenden. Es soll ferner mit der Art der zu überwindenden Verhältnisse häufiger gewechselt werden, ähnlich wie dies beim militärischen Turnen geschieht. Unsern deutschen Vereinsturnplätzen war der Hindernislauf, obschon er eine Kapitalübung volkstümlichen angewandten Turnens ist, vollständig fremd geworden, und ist erst seit einigen Jahren wieder hier und da in erfreuliche Aufnahme gekommen.

Der Lauf im Spiel.

§ 300. Der freie willkürliche Lauf im Spiel.

Der Lauf beim Spiel trägt bald den Charakter des Dauerlaufs, bald mehr den des Schnell- oder Wettlaufs. Den des Dauerlaufs insofern, als die Summe dessen, was bei stundenlangem Spiel im Lauf geleistet wird, Dauerläufen von beträchtlicher Ausdehnung gleichkommt. Häufig aber macht das Spiel notwendig, wenn der Spieler den Gegner haschen, ihm ausweichen, ihm zuvorkommen soll, oder wenn es bei verschiedenen Ballspielen darauf ankommt, bestimmte Strecken schnellstens zurückzulegen, bevor der Ball ins Spielfeld zurückgebracht ist, daß dann die Laufschnelligkeit

auf das Höchstmaß gesteigert wird, und da gewinnt der freie Lauf im Spiel den Charakter des Wettlaufs.

Für die Jugend ist im gesundheitlichen Sinne die Laufübung im Spiel die günstigste und zuträglichste. Zunächst deshalb, weil beim Spiel ein jeder den Maßstab dessen, was ihm zuträglich ist, in sich selber trägt. Der spielende Knabe, der mit ganzem Herzen beim Spiele dabei ist, läuft, was er nur kann, um seiner Partei den Sieg zu sichern. Sowie er aber fühlt, daß der Lauf ihn allzusehr angreift, daß er atemlos zu werden beginnt, so mäßigt er auch von selbst seine Laufschnelligkeit, und läßt sich willig haschen — denn es ist ja doch nur Spiel, was er treibt. Es besteht hier nicht der Zwang, welcher schon beim Wettlauf über eine bestimmte Strecke vorhanden ist, und in dem heftigen, den Willen bestimmenden Anreiz, hinter den Mitläufern nicht zurückzubleiben, äußerste Anspannung bis zur Grenze der Leistungsfähigkeit nicht scheut. Es wäre ja auch für den Spieler verhängnisvoll, wenn er sich ähnlich ermüden wollte wie ein Wettläufer — denn das hieße zur Atemerholung das Spiel unterbrechen müssen, und für eine Weile kampfunfähig sein. Maßhalten in der Anstrengung.

Bei den Laufübungen auf Befehl kann, da die einzelnen Turner einer laufenden Abteilung körperlich verschieden widerstandsfähig sind, der eine übermüdet und zu sehr angestrengt werden, während der andere — und dieser Fall dürfte beim Schulturnen gemeinhin der häufigere sein — weit hinter dem zurückbleibt, was er mit großem Vorteil noch leisten könnte. Das Spiel individualisiert besser, gewährt jedem nach seiner Körperanlage und Energie besser das ihm zuträgliche Maß strammer Laufbewegung.

Noch ein anderes macht aber den Lauf im Spiel besonders wertvoll. Das ist der Umstand, daß die Leistungsfähigkeit und damit auch die Leistungssumme des Laufens beim Spiel gegenüber dem Laufen auf Befehl stark erhöht ist. Und das beruht darauf, daß die Lustgefühle der Spielfreude und das Spielinteresse die Bewegungszentren des Gehirns in erhöhte Erregung versetzen und dadurch den Ablauf der Bewegungsvorgänge in den Nerven und Muskeln außerordentlich erleichtern und weniger ermüdend gestalten (vgl. § 203). Die Leistungssumme im Lauf, welche die Jugend beim Spiel mit Leichtigkeit „spielend" bewältigt, ohne wesentlich ermüdet und angegriffen zu werden, läßt durch Laufübungen auf Befehl sich nicht erreichen. Erhöhung der Lauffähigkeit durch Lustgefühle.

Selbstredend sind nicht alle Spiele gleichwertig in Bezug auf diese Seite des Spiels. Diejenigen Spiele, welche das größte Maß an anhaltender Laufbewegung bieten, stehen nicht nur in erster Linie hinsichtlich der Übung des Herzens und der Lungen, sondern sie sind auch, wie z. B. der Fußball, geeignet, selbst an kühleren, ja an kalten Tagen noch mit besonderem Vorteil für die Gesundheit im Freien betrieben zu werden.

Der Sprung.

§ 301. Begriff des Sprungs.

Begriff des Sprungs.

Unter Sprung verstehen wir eine Ortsveränderung des Körpers, bei welcher der Körper vom Boden abgehoben und, als wäre er eine fremde Masse, in einer bestimmten Richtung geworfen wird.

Wie bei den Ortsbewegungen des Gehens, Steigens, Laufens, Hüpfens vollzieht sich der Sprung durch die Stemmthätigkeit der Beine gegen den Boden. Mit dem Lauf, dem Hüpfen, dem Sprunglauf, dem Vorwärtshüpfen hat der Sprung das gemein, daß

während einer Dauer der Bewegung der Körper frei in der Luft fliegt. Er unterscheidet sich aber wesentlich von allen diesen Bewegungsarten dadurch, daß während der Zeit des Freifliegens der Körper beim Sprung eine parabolisch gekrümmte Flugbahn, genau wie ein geworfener toter Gegenstand, beschreibt. Der höchste Punkt der Körpererhebung liegt also beim Sprung — vorausgesetzt, daß Absprung- und Niedersprungstelle in derselben horizontalen Ebene sich befinden — nicht kurz vor, sondern in der Mitte des Freifliegens. Beim Laufen und Hüpfen findet dagegen die höchste Erhebung des Körpers genau gleichzeitig mit dem Abstemmen des Fußes und der Streckung des Körpers statt, und der Körper fällt während des Freifliegens dem Gesetze der Schwere nach.

Untersuchung der Sprungbewegung.

§ 302. Die Untersuchung der Sprungbewegung.

Die Art, wie die Bewegungen beim Sprung untersucht und in graphischer Darstellung festgelegt werden, ist dieselbe, welche wir bei der Darstellung des Gehens und Laufens bereits kennen gelernt haben. Durch die Reihenphotographie und druckmessende Vorrichtungen lassen sich die Bewegungsverhältnisse sowie der Druck gegen den Boden beim Sprung graphisch genau darstellen. Maßgebend sind auch hier vor allem die Untersuchungen von Marey geworden.

Druckmessendes Sprungbrett oder Dynamograph von Marey.

Zur Messung des Drucks der Füße gegen den Boden verwandte Marey statt des sogenannten dynamographischen Schuhwerks ein druckmessendes Sprungbrett. Dieser „Dynamograph“ von Marey besteht aus einem großen viereckigen Brett, unter dessen Unterfläche, dem Boden aufruhend, eine Anzahl von Luftkammern (neun in drei Reihen zu je drei Kammern) aus spiralig aufgewundenen Kautschukröhren angebracht sind. Alle diese Luftbehälter stehen mittels eines Sammelrohrs — ähnlich wie beim druckmessenden Schuh — in Verbindung mit einer Luftkammer, die ihrerseits einen Schreibhebel in Bewegung zu setzen vermag. Der Schreibhebel zeichnet den Druck, welcher bei Belastung des Brettes auf den Luftbehälter unter dem Brette einwirkt, und auf die Luftkammer durch das Verbindungsrohr übertragen wird, in Gestalt einer Linie oder Kurve auf eine sich umdrehende Trommel auf.

Die Stellung des Schreibhebels bei unbelastetem Dynamographen giebt den Druck = Null an. Belastet man den Dynamographen mit einem Gewicht, welches gleich groß ist, wie das Körpergewicht der Versuchsperson, so zeigt der Schreibhebel die Höhe des Druckes an, welcher lediglich durch das Körpergewicht verursacht wird. Da wo die Kurve über letztere Höhe hinausgeht, bezeichnet sie den Druck der Muskeln gegen den Boden beim Abstemmen des Körpers zum Sprung.

Stellt man weiter mittels einer photographischen Reihenaufnahme des Sprungs auf eine einzige Platte die Bewegung des Körpers — beim Sprung ist diejenige Linie gewählt, welche der Kopf in der Luft beschreibt — fest, und trägt diese Bewegungsbahn des Kopfes so über die mit dem Dynamographen erhaltene Kurve ein, daß beide Kurven in ihrem Verlauf ganz genau im gleichen Zeitpunkte beginnen, und weiter genau zeitlich miteinander verlaufen, „synchronisch“ sind, so erhält man eine graphische Darstellung, welche für jeden Augenblick der Bewegung sowohl die Lage des Körpers, d. h. die Entfernung des Kopfes vom Boden, als auch die Kraftäußerung des Körpers, soweit sie sich im Anstemmen der Beine gegen den Boden ausspricht, vereint anzeigt.

Erklärung der graphischen Darstellung.

In beistehender Figur 452 giebt die obere Linie die Bewegung des Kopfes, die untere die Drucklinie der Körperschwere und des Muskeldrucks. Bei a beginnt die Sprungbewegung. Der Springer senkt zunächst den Kopf, d. h. er beugt die

Kniee: Herabgehen der oberen Kurve, der Kopflinie bis c. Anfangs, wo der Schwerpunkt des Körpers durch die Kniebeuge gesenkt wird, zwischen a und b, geht auch die Drucklinie des Körpers unter die Linie der Körperschwere hinab. Es ist das anscheinend ein paradoxer Vorgang, da doch der Springer auf dem Dynamographen steht, und letzterer stetig mit dem Gewicht der Versuchsperson belastet ist. Die Erklärung dieser eigentümlichen Druckschwankung beruht aber darauf, daß das Senken des Schwerpunktes im Augenblick des Niedergehens des Rumpfes eine Druckminderung zur Folge hat, welche sofort wieder verschwindet, wenn die mit der Schwerwirkung gleichsinnige Bewegung dieses Senkens aufhört.

Schon bevor der Schwerpunkt auf dem tiefsten Punkt — in c — gesenkt ist, beginnt die Stemmthätigkeit der Beine (oder eines Beines, wenn der Sprung von einem Beine erfolgt). Dies lehrt das schnelle Ansteigen der Drucklinie bc. Der Körper streckt sich schnell von c bis d zur Körperhöhe und darüber hinaus —

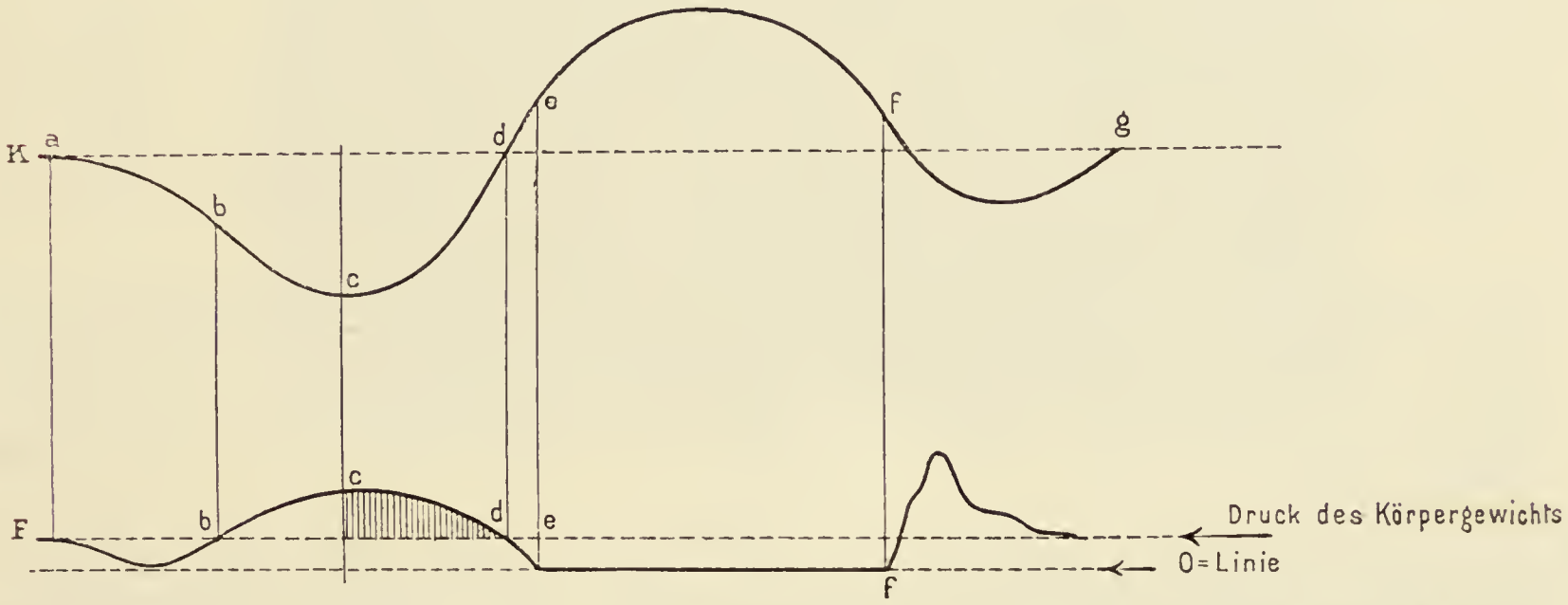


Fig. 452. Kurven des reinen Hochsprungs von beiden Füßen nach Marey. a bis c vorbereitende Kniebeuge, von c ab Absprung. In e hat der Körper den Boden verlassen, und fliegt bis f frei. K Kurve des Kopfes; K F Linie der Körperhöhe im Stand; F Druckkurve der Füße; e f = Zeit des Freifliegens, die Druckkurve steht währenddessen auf Null. Von den beiden unteren punktierten Linien giebt also die unterste die Null-Linie des Druckes, die obere (F) diejenige an, welche lediglich durch das Körpergewicht entsteht. Die Erhebung über letztere Linie in b bis d giebt den direkten Druck der Muskeln gegen den Boden an, in c d — Zeit des Absprungs — durch Schraffierung besonders hervorgehoben. Die starke Erhebung der Drucklinie nach f ist die Stoßwirkung des Niedersprungs auf den Boden.

d e: Erheben auf die Fußspitzen —, um dann von e ab, wo der Druck gegen den Boden gleichzeitig = Null wird, frei zu fliegen in der Flugbahn ef. Dabei beschreibt der Kopf eine Linie in Form einer Parabel.

Wurfbahn des Körpers in Form einer Parabel.

Dieses Moment: die Wurfbahn des Körpers in Form einer parabolisch gekrümmten Linie — also diejenige Linie, welche jeder geworfene Körper in der Luft beschreibt, ist für die physiologische Bestimmung der Sprungbewegung das bestimmende. Rein für sich tritt es nur da zu Tage, wo der Sprung lediglich durch die Sprungbewegung der Beine bewirkt wird, also beim Sprung ohne Anlauf. Beim Sprung mit Anlauf kommt zur Sprungkraft der Beine hinzu die durch den Anlauf dem Körper mitgeteilte lebendige Kraft in der Richtung horizontal nach vorwärts. Beim gemischten Sprung kommt hinzu die Verstärkung der Beinbewegung durch die Stemmthätigkeit der oberen Gliedmaßen, sei es, daß letztere mittels eines Stabes ebenfalls einen Stützpunkt auf dem Boden, sei es, daß sie einen Stützpunkt finden an dem zu überspringenden festen Gegenstand selbst (Bock, Pfahl, Kasten usw.). Wir können demgemäß den Sprung von der Stelle als reinen Sprung bezeichnen.

Um auf unsere graphische Darstellung zurückzukommen, so gelangen bei f die Füße auf den Boden. Die Stoßwirkung des Niedersprungs schnellt die Drucklinie

vom Nullpunkt stark in die Höhe (von f ab), während die Kopflinie die Senkung in leichte Kniebeuge beim Niedersprung anzeigt, bevor sie in g die Körperhöhe im Stand wieder erreicht.

Bewegungen beim Sprung.

§ 303. Die Bewegungen beim Sprung.

Gehen wir von dem reinen Sprung mit beiden Füßen in die Höhe und vorwärts aus, so können wir die dabei erfolgenden Bewegungen in vier Zeiten einteilen.

Zeit der Vorbereitung.

I. Zeit der Vorbereitung. Bevor man sich zum Sprung anschickt, wird der Schwerpunkt des Körpers gesenkt. Der Rumpf beugt sich im Hüftgelenk zum Schenkel,

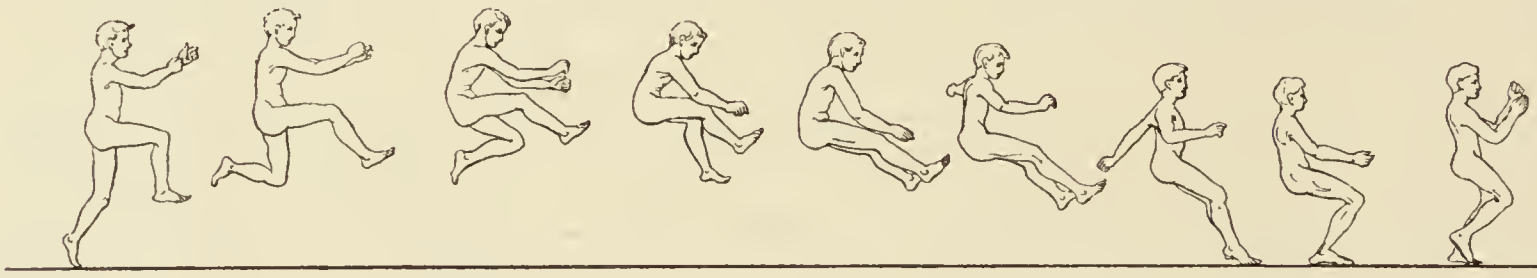


Fig. 453. Hochsprung von einem Fuß. Nach einer Reihenaufnahme von O. Anschütz.

der Schenkel im Kniegelenk zum Unterschenkel, der Unterschenkel im Sprunggelenk zum Fuß. Der Fuß erhebt sich mit Lüften der Ferse auf den Ballen des Mittelfußes und die strahlig gegen den Boden federnden Zehen. Es beugt sich ferner der herabhängende Unterarm leicht gegen den Oberarm, die Ellenbogen werden etwas nach hinten geführt.

Aufschnellen des Körpers.

II. Aufschnellen des Körpers. Sobald der Körper zur tiefsten Stelle der gewollten Beugung angelangt ist, findet auch schon eine plötzliche Zusammenziehung

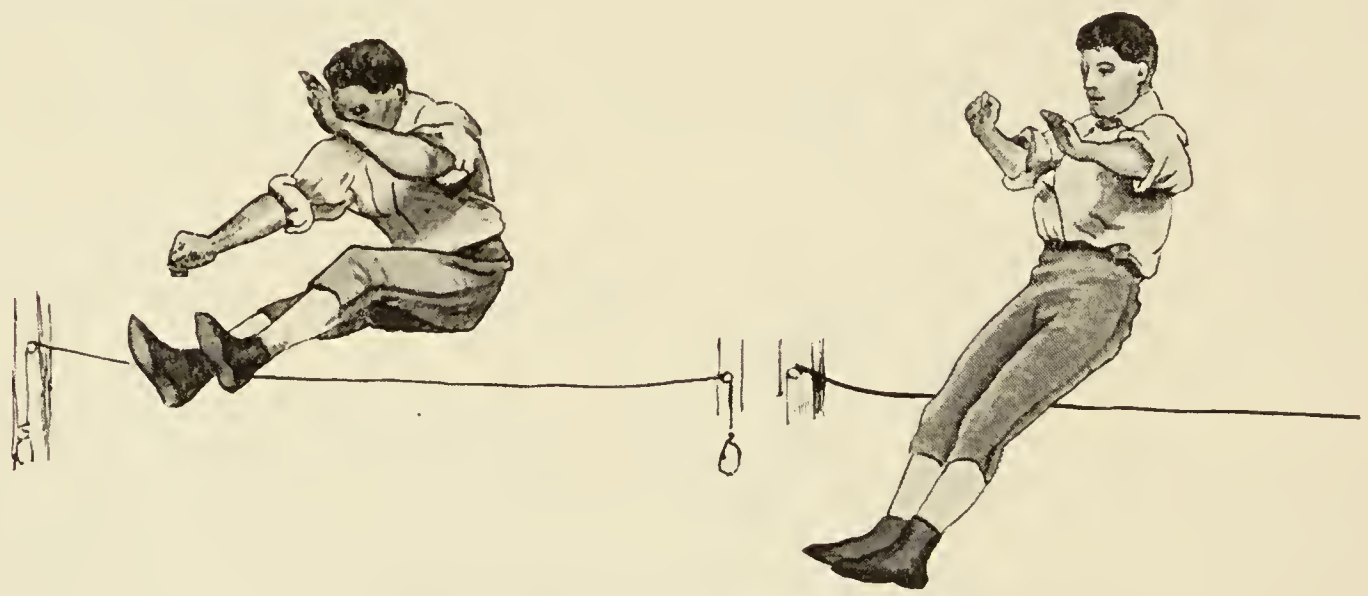


Fig. 454 u. 455. Zwei aufeinanderfolgende Momente beim Übersliegen der Schnur. Schneller Wechsel von Beugung (Fig. 454) und Streckung des Rumpfs (Fig. 455). — Nach einer französischen Augenblicksaufnahme.

der Streckmuskeln des Fußgelenks, des Knies, des Hüftgelenks bis hinauf zu den Streckern der Wirbelsäule statt. Der Körper richtet sich schnellend auf, löst sich mit der Großzehenspitze zuletzt vom Boden ab und wird in bestimmter Richtung emporgeschleudert. Die Arme beginnen hierbei nach vorne zu schwingen.

Freifliegen des Körpers.

III. Freifliegen des Körpers. Nach denselben Gesetzen wie für eine lebslose emporgeschleuderte Masse beschreibt auch der Körper eine parabolische Wurfbahn. Dabei finden folgende Bewegungen statt: bis zum Augenblick der höchsten Erhebung beugen sich die Beine stark gegen den Rumpf; der Rumpf wird weiter nach vorn

gebeugt; die Arme schwingen bis zur Horizontalen nach vorn. Ist die höchste Spitze der Erhebung erreicht, so strecken sich die Beine wieder nach vorn unten, und der Rumpf wird nun nach hinten gebeugt. Dieser Wechsel von Beugung und Streckung ist um so stärker ausgesprochen, je höher der Sprung geht (s. Fig. 454 und 455).

Niedersprung.

IV. Niedersprung. Kurz vor Berührung des Bodens werden Kniee und Hüften gebeugt, um den Fallstoß in seiner erschütternden Wucht abzuschwächen; die

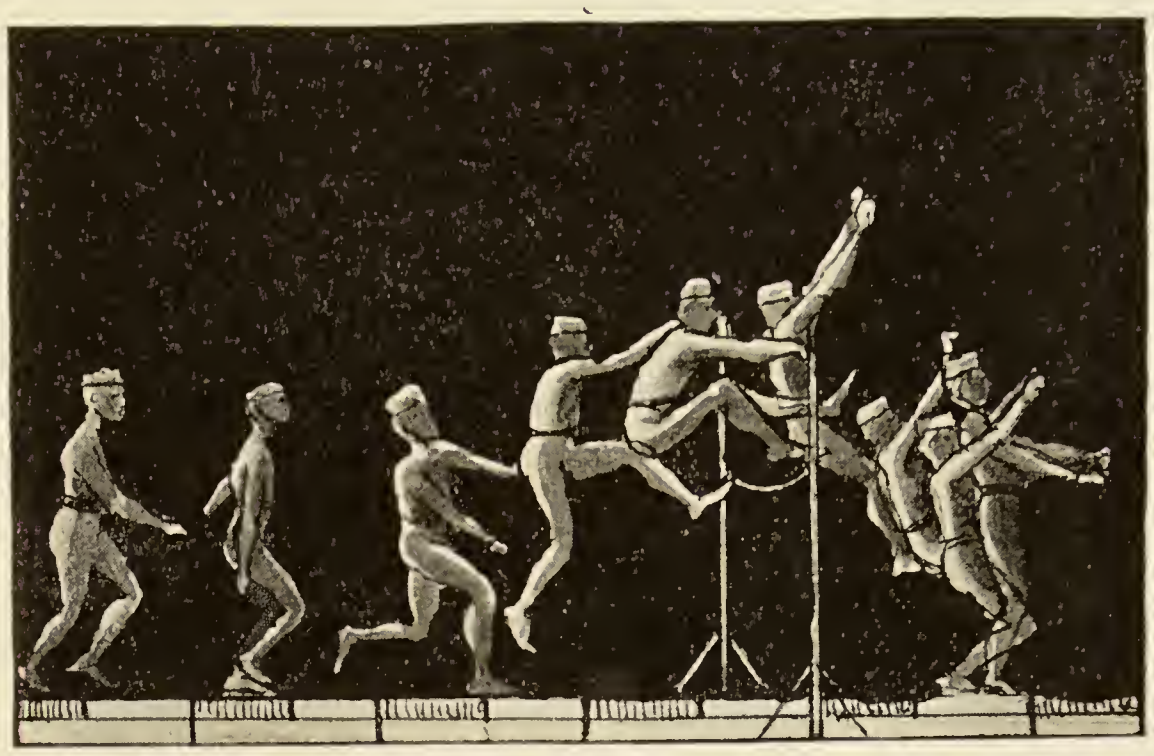


Fig. 456. Hochsprung in neun aufeinanderfolgenden Augenblicken nach Marey.

Füße werden gestreckt und erreichen mit dem Zehenballen zuerst den Boden; dann richten sich nach vollzogener Ankunft auf dem Boden die gebeugten Gelenke wieder auf, der nach hintenüber gebeugte Rumpf wird gleichzeitig nach vorn gebracht, und der Springer steht gestreckt wie vor dem Sprunge.

Dies der allgemeine Bewegungsverlauf. Einzelne Punkte sind im folgenden besonders zu erörtern.

§ 304. Die vorbereitende Beugung.

Vorbereitende Beugung.

Die vorbereitende Beugung vor dem Sprung ist unerläßlich, da die zum Sprung in Thätigkeit tretenden Muskeln erst etwas gedehnt werden müssen, um überhaupt wirksam sein zu können. Aus völligem Streckstand auch nur einen Centimeter hoch zu springen, ist unmöglich, weil die Streckmuskeln dann bereits zusammengezogen sind und nicht in genügendem Maße weiter verkürzt werden können derart, daß sie das Körpergewicht vom Boden zu heben vermöchten. Zu einer Kraftleistung von dem Umfang des Sprunges müssen die arbeitenden Muskeln vorher eine ausholende Bewegung machen. Dies geschieht durch das Niederbeugen des Körpers.

Allerdings hat der Umfang dieses Ausholens, der Senkung des Schwerpunktes, eine Grenze nach unten. Denn wenn die unteren Gliedmaßen zu stark gebeugt sind, so wird die Kraft der Streckmuskeln zum Wiederaufrichten des Körpers schon verbraucht, bevor der Augenblick da ist, in welchem dem Körper der kraftvolle schnellende Stoß zur Erhebung vom Boden gegeben werden soll. Aus tiefer Kniebeuge ist eben ein ordentlicher Hochsprung nicht mehr möglich. Nach dem Schwannschen Gesetz, welches wir beim Gehen, Laufen, Bergsteigen wirksam fanden, indem hier jeder

Bewegungsakt gleichzeitig für den folgenden ausholt, ist der Muskel bei beginnender Verkürzung der größten Kraftäußerung fähig, während er kurz vor oder im Maximum der Verkürzung nur eine verhältnismäßig geringe Kraft entwickelt. Es gilt aber beim Sprunge gerade die Kraft der ersten Muskelverkürzung zum Aufschnellen des Körpers auszunutzen, und diese Kraft darf nicht schon zum großen Teil verbraucht sein zur Aufrichtung oder Streckung aus tiefer Kniebeuge. — Durch häufige Übung nur lernt es der Springer, das richtige fruchtbarste Maß der vorgängigen Beugung je nach der gewollten Ausgiebigkeit der Sprungbewegung abzuschätzen und in jedem Fall ohne weiteres anzuwenden.

Mechanismus des Aufspringens.

§ 305. Mechanismus des Aufspringens.

Vermittels welchen Mechanismus sind nun die untern Gliedmaßen im Stande, den Körper wie eine starre Masse vom Boden aufzuheben und frei durch die Luft zu werfen?

Erklärung Borellis.

Diese Frage hat von je die Physiologen viel beschäftigt. Borelli in seinem grundlegenden Werke: „De motu animalium“ (1680) vergleicht die Kraftwirkung,

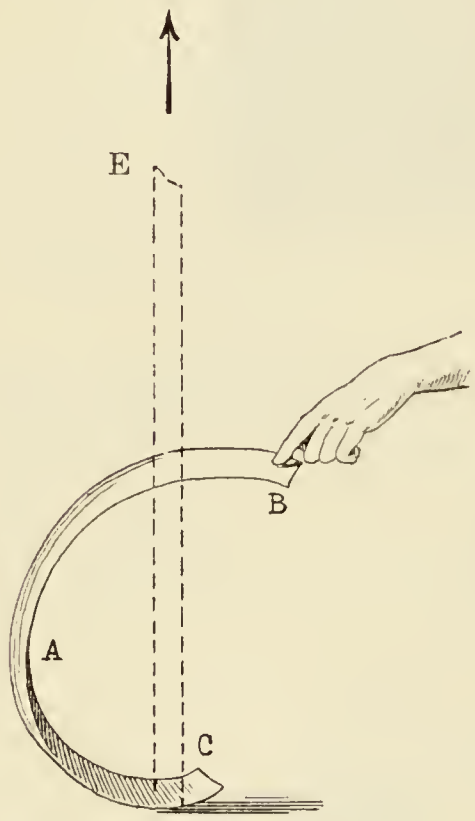


Fig. 457.

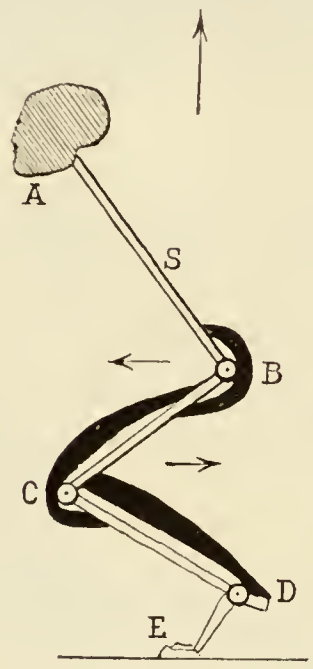


Fig. 458.

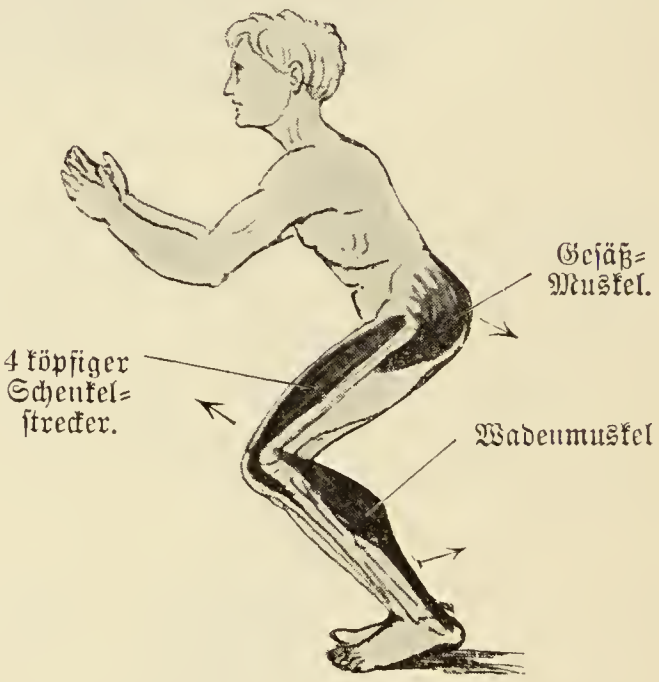


Fig. 459.

welche sich im Sprunge äußert, mit dem Aufschnellen einer vorher zusammengedrückten elastischen Feder. Wird die elastische Feder A (Fig. 457), die mit ihrem Ende C sich gegen den Boden stemmt, am andern Ende B stark zusammengedrückt und dann plötzlich losgelassen, so nimmt sie nicht nur ihre frühere Stellung EC wieder ein, sondern sie erhebt sich auch mit einem schnellenden Sprunge über E hinaus vom Boden in die Höhe.

Ein Gleiches wird nach Borelli stattfinden, wenn ein solcher mit einem Ende auf die Erde gestützter Bogen durch eine andere Kraft als die der Elastizität plötzlich gestreckt würde, z. B. durch eine, über eine Rolle laufende, zu beiden Enden gehende, plötzlich zusammengezogene Schnur. Beide Enden des Bogens würden dadurch auseinander, das eine nach auf-, das andere abwärts getrieben werden. Da aber letzterem Ende der feste Boden Widerstand leistet, so würde die ganze Kraft nach aufwärts wirken und der Bogen von der Erde nach aufwärts entweichen.

Ähnlich dachte sich Borelli die Muskelwirkung beim Sprunge. Wenn an den drei in Beugung befindlichen Gelenken in Fig. 458 B (Hüftgelenk), C (Kniegelenk) und D (Sprunggelenk) eine schnellste gleichzeitige Zusammenziehung der Gesäßmuskeln, des vierköpfigen Schenkelstreckers und des Wadenmuskels stattfinde, welche mit Gewalt diese Gelenke auseinanderstrecken, so müßte diese Bewegung den Schwerpunkt S wegen des Widerstandes des Bodens aufwärts treiben. Eine solche Bewegung könne aber nicht statthaben ohne mitgeteilte Geschwindigkeit; da diese Geschwindigkeit beharre, so könne sie nicht ruhen, sondern werde die Masse des menschlichen Körpers eine Zeitlang außer Berührung mit dem Fußboden bringen und sie durch einen Sprung in die Höhe treiben, bis allmählich die Kraft der Schwere jene Geschwindigkeit des schwingenden Körpers aufhebt.

Einwendung gegen die Borellische Erklärung.

In der That ist die Borellische Erklärung, daß die plötzliche Streckung an den drei gebeugten Gelenken in Verbindung mit dem Widerstand, den diese Bewegung an dem festen Boden findet, im Stande sei, den Körper vom Boden abzuheben und hoch oder weit zu werfen, die meist angenommene zur Erklärung der Sprungwirkung geblieben. Und doch läßt sich wohl mit Recht gegen diese Erklärung einwenden, daß eine, wenn auch noch so plötzliche und heftige Zusammenziehung der Streckmuskeln allein ihre Wirkung vorab nur auf die Punkte geringeren Widerstands erstrecken wird; und das sind die Gelenkverbindungen, nicht der Körper als Ganzes. Die Gelenkverbindungen würden durch die gemeinsame Thätigkeit der Streckmuskeln zunächst bis zum höchstmöglichen Grade gestreckt werden — zur Erhebung des Körpers als Ganzes wäre keine verfügbare Kraft mehr vorhanden. Damit der Körper, dieses Ganze von beweglichen Gelenken, in die Höhe geschleudert werden könne, muß er starr geworden sein; die heftige Streckbewegung darf nur bis zu einem gewissen Grade gehen und muß dann ein Hindernis finden, welcher plötzlich in die Bewegung eingeführt wird. Dieses Hindernis kann aber nur die Kraft der Antagonisten sein: der Beugemuskeln. Indem die begonnene plötzliche Streckung, vom Fußgelenk bis zum Rumpf hinaufgehend, ebenso plötzlich durch eine Zusammenziehung der bis dahin an ihren Gelenkhebeln passiv gedehnten Beugemuskeln gehemmt wird und die Gelenke sich so in der erreichten Stellung festgelegt finden, überträgt sich die begonnene und beschleunigte Streckbewegung anstatt auf die einzelnen Gelenke auf den Schwerpunkt des ganzen Systems und teilt diesem eine Bewegung mit, welche der erlangten Schnelligkeit entspricht. Der Körper gehorcht dem wie eine träge in gegebener Richtung emporgeschleuderte Masse.

Erklärung von Dally.

Eine Stütze für diese Erklärung, wie sie u. a. von Dally entwickelt ist, liefert meines Erachtens die Augenblicksphotographie. Denn sie zeigt stets, daß thatsächlich im Augenblick des Aufspringens durchaus keine vollkommene Streckung des in Frage kommenden Gelenks statt hat: vielmehr bleiben die Beine leicht gebeugt, die Hüfte wird nicht übergestreckt (vergl. z. B. Fig. 453 erster Moment). Fände der Sprung lediglich durch die kraftvolle plötzliche Thätigkeit der Streckmuskeln an diesen Gelenken allein statt, so müßte der Körper des Abspringenden in jenen Gelenken, als den Punkten geringeren Widerstands, auch thatsächlich vollkommen gestreckt sein.

Festigkeit des Bodens.

Voraussetzung für ein kräftiges Abspringen ist aber stets, daß der Boden, von dem aus der Fuß abstemmen soll, genügend Widerstand leiste, d. h. fest ist. Von losem tiefem Sandboden aus ist es ebenso unmöglich aufzuspringen, wie aus einem Sumpf, in den man einzusinken im Begriffe steht. Andererseits kann der Boden, von dem man abspringt, wenn er elastisch und federnd ist (Sprungbrett), den Umfang der Sprungbewegung noch verstärken. Der durch das Körpergewicht, und im Augenblicke des Abspringens noch dazu durch den Muskeldruck der abstemmenden Beine niedergedrückte federnde Boden wird, sobald sich der Körper vom Boden loslösen will,

entlastet und schnellt plötzlich auf: schnell genug, um dem springenden Körper einen elastischen Stoß zu geben, der die Sprunghöhe oder Sprungweite erheblich verstärkt. — Der Sprung von einer federnden Unterlage gehört — auch wenn er von der Stelle ausgeführt wird — nicht mehr zu den reinen Sprüngen.

Richtung des Sprungs.

§ 306. Richtung des Sprungs.

Die Richtung des Sprungs ergiebt sich aus der Lage des Schwerpunkts des Körpers zum Stützpunkt im Augenblick des Abstemmens. Für die verschiedene Lage des Schwerpunktes kommt in Betracht der Unterschied der verfügbaren oder angewandten Streckkraft bei den in Frage kommenden Gelenken.

Die alleinige oder vorwiegende Streckung im Sprunggelenk wirft den Körper rückwärts (in Fig. 459 durch Pfeile angedeutet); die im Kniegelenk vorwärts; die im Hüftgelenk wieder rückwärts. Die vereinigte Streckung aller drei Gelenke treibt an sich den Körper aufwärts, giebt ihm aber eine andere Richtung, je nachdem vor der Streckuug der Rumpf als Ganzes geneigt war, oder besser gesagt, je nachdem im Augenblick des Absprunges der Schwerpunkt über, vor oder hinter dem Stützpunkt lag.

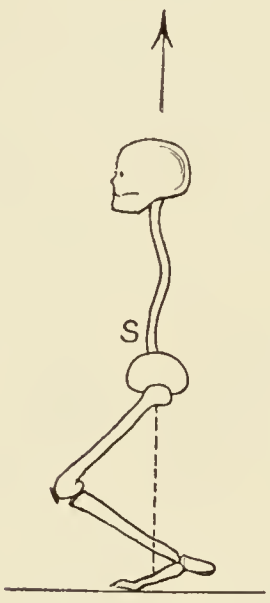


Fig. 460. Sprung aufwärts. S = Schwerpunkt.

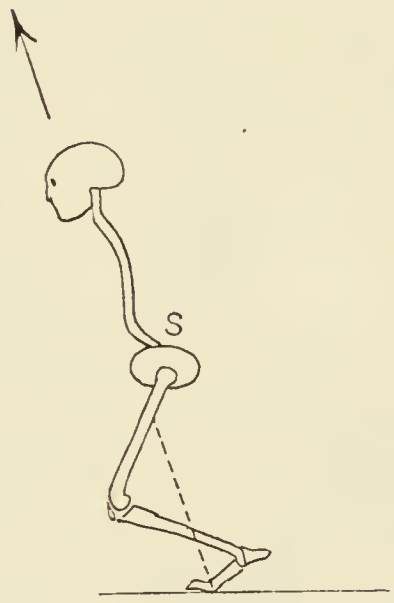
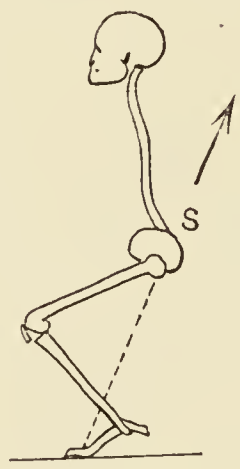


Fig. 461. Sprung vorwärts. S = Schwerpunkt.



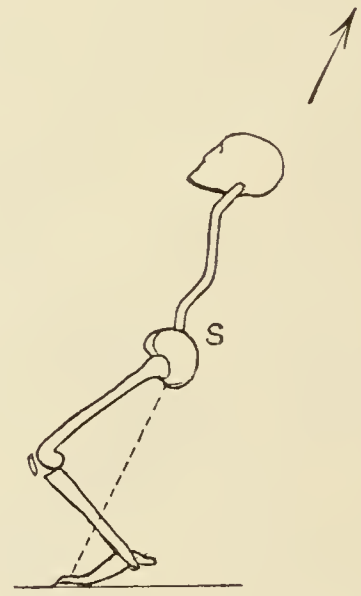


Fig. 462 und 463. Sprung rückwärts in zweierlei Art. S = Schwerpunkt.

Sprung aufwärts, vorwärts und rückwärts.

Liegt der Schwerpunkt im Augenblicke des Absprungs genau in der durch den Stützpunkt des Fußes gehenden Senkrechten, d. h. fällt letztere mit der Schwerlinie in eins zusammen, so erfolgt der Sprung einfach in die Höhe und die Wurfbahn des Körpers ist keine Parabel, sondern eine gerade, zum Boden senkrechte Linie: Sprung aufwärts (Fig. 460); neigt sich die Verbindungslinie des Schwerpunktes mit dem Stützpunkt nach vorne gegen den Horizont, so geht der Weg der paraboliſchen Wurfbahn nach vorne: Sprung vorwärts (Fig. 461); neigt sich die Linie nach hinten, so geht auch der Sprung nach hinten: Sprung rückwärts. Die Verlegung des Schwerpunktes nach hinten ist auf zweierlei Art (Fig. 462 und 463) möglich. Entweder wird bei weniger gebeugtem Fußgelenk das Hüftgelenk überstark zur tieferen Hockstellung (s. Fig. 462) gebeugt — dann muß ein Teil der verfügbaren Streckkraft des Gesäßes für die Rückwärtsstreckung des Rumpfes im Augenblicke des Sprunges verwendet werden, kommt der eigentlichen Sprungbewegung also nicht zu gute. Oder, wenn bessere Haltung vor dem Sprunge verlangt wird, so wird bei stärker gebeugtem Bein das Hüftgelenk mehr gestreckt und der Rumpf nach hinten gebeugt, durch die Thätigkeit der Gesäßmuskulatur. Somit bleibt hier für den Sprung selbst nur ein

kleiner Rest der Streckkraft des Gefäßes verfügbar. Ähnlich liegen die Verhältnisse beim Kniegelenk. In jedem Falle kann beim Sprung nach rückwärts die Sprungkraft der Hüften und Beine nur zum Teil ausgenützt werden; es ist schon aus diesem Grunde nicht möglich, nach rückwärts ebenso ausgiebig von der Stelle zu springen als vorwärts.

Springen seitwärts.

Ähnlich verhält sich die Sache beim Sprung seitwärts. Hier muß der Schwerpunkt im Augenblick des Absprungs nach rechts oder links von der auf den Stützpunkt gefällten Senkrechten geschoben werden. Diese seitliche Verlegung des Schwerpunktes wird im Augenblicke des Absprungs dadurch bewirkt, daß an der Sprungbewegung nicht beide Beine gleichmäßig beteiligt werden, sondern daß der Sprung vorzugsweise oder ausschließlich von dem der gewollten Richtung des Sprungs entgegengesetzten Beine erfolgt. So wird beim Seitsprung nach rechts die Sprungbewegung vorzugsweise vom linken Bein ausgeführt und dadurch eben der Schwerpunkt nach rechts hin verschoben; beim Sprung links seitwärts ist es umgekehrt. Es kann also nicht die volle Sprungkraft beider Beine beim Sprung seitwärts ausgenutzt werden, daher denn auch dieser Sprung niemals so ausgiebig erfolgen kann wie der Sprung vorwärts.

Schrägsprung.

Die bezüglichen Verhältnisse bei den Schrägsprüngen, die schräg vorwärts $<$ rechts oder links und schräg rückwärts $<$ rechts oder links ausgeführt werden können, ergeben sich nach dem vorhergesagten von selbst.

Aufsprung und Tiefsprung.

Nur beim Sprung auf der horizontalen Ebene ist die Sprungbahn eine reine Parabel mit gleichlangen Ästen und dem Scheitel in der Mitte — wenn wir den Einfluß des Druckwiderstandes der Luft, der namentlich beim Springen gegen den Wind merklich ist, außer acht lassen.

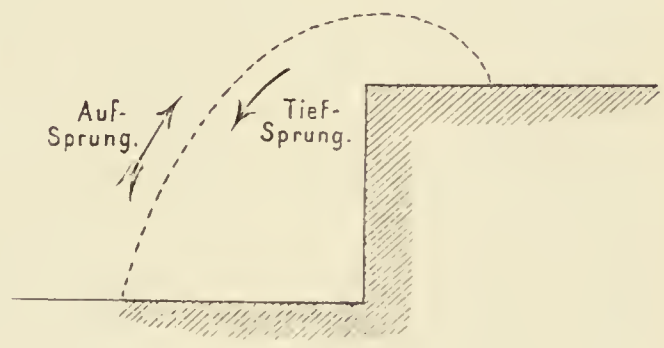


Fig. 464.

Beim Sprung auf eine höher gelegene Fläche als die Sprungebene — Aufsprung auf einen festen Gegenstand — ist der absteigende Ast der Parabel entsprechend kürzer als der aufsteigende; beim Sprung auf eine tiefer gelegene Ebene — Tiefsprung — ist der absteigende Ast der Parabel länger und geht bei tieferem Sprung allmählich infolge der allein übrig bleibenden Wirkung der Schwerkraft in die Senkrechte über (Fig. 464).

§ 307. Kraftaufwand und Maß des Sprungs.

Kraftaufwand und Maß des Sprungs.

Die beim reinen Sprung aufgewendete Muskelarbeit ist annähernd meßbar, und zwar 1. durch Messung des Drucks, welchen die anstemmenden Beine gegen den Boden ausüben, und 2. durch Messung der vertikalen Ortsveränderung des Schwerpunktes. Der Druck läßt sich durch den Dynamographen, die Kurve der Ortsveränderung leicht durch die Reihenphotographie ermitteln. Beim reinen Sprung aufwärts ist die aufgewendete Arbeit gleich dem Produkt aus Druckkraft und senkrechter Sprunghöhe. Handelt es sich um einen in seiner Flugbahn immer mehr der Horizontalen sich nähernden Weitsprung, so kommt an Stelle der verschwindend klein werdenden senkrechten Höhe die horizontale Geschwindigkeit in Rechnung. Je größer also beim Hochsprung — unter sonst gleichen Umständen — die aufgewendete Sprungkraft, um so höher wird in senkrechter Richtung der Schwerpunkt getragen.

Berechnung des Arbeitsaufwandes.

Besondere Geschicklichkeit beim Sprung.

Indes kommt beim Überspringen eines Gegenstandes — Springschnur, Kasten, Hürde usw. nicht nur die Flugbahn des Beckens, welche der des Schwerpunktes

entspricht, in Betracht, sondern auch die Fähigkeit, kurz vor und auf der Höhe dieser Flugbahn Rumpf und Beine möglichst zu einander zu beugen, derart, daß die Beine noch über die Sprungschnur usw. ohne Berührung gebracht werden können, auch wenn die Höhe, in der das Becken die Schnur überfliegt, nur eine geringe ist. Also nicht nur die Aufbietung der größten Sprungkraft an sich, sondern auch diese besondere Geschicklichkeit sind bestimmend für die — im Sinne des Übungsplatzes — höchst erreichbare Sprunghöhe. Um letzteren Vorteil möglichst ausnützen zu können, übt man auf englischen Übungsplätzen vorzugsweise den sogen. schottischen Sprung mit schrägem Anlauf. Dieser Hochsprung wird nicht geradeaus ausgeführt, in senkrechtem Anlauf gegen die Sprungschnur, sondern der Anlauf wird in schräger Richtung zur Springschnur ausgeführt (Fig. 465), um mit Seitendrehung des Körpers die Beine nach einander über die Schnur zu werfen. Diese seitliche Drehung des Körpers kann so stark sein, daß Becken und Fuß im Augenblick des Überfliegens der Schnur fast gleich hoch sich befinden. Der Vorteil soll darin bestehen, daß das Becken nur ganz knapp über die Schnur zu gehen braucht, d. h. daß der Schwerpunkt weniger hoch emporgeworfen zu werden braucht, um eine bestimmte Höhe zu überwinden, als dies beim Hochsprung gerade vorwärts, wie er auf deutschen Übungsplätzen der übliche ist, der Fall sein muß. Denn beim Hochsprung gerade vorwärts muß auf dem Höchstpunkte des Sprungs zwischen Becken und Schnur doch immer genügender Raum sein, um die Beine unter dem Becken über die Schnur zu bringen. Indes ist jener beim Sprung mit seitlichem Anlauf erzielte Vorteil doch nicht ganz ausnutzbar. Denn thatsächlich geht bei der Seitendrehung im Sprung ein Teil der direkten Sprungkraft aufwärts wieder verloren. Abgesehen davon ist der Hochsprung geradeaus, weil in ihm die Sprungkraft des Körpers in voller Reinheit zum Ausdruck kommt, gymnastisch schöner und übender, was natürlich nicht abzuhalten braucht, auch diesen sogen. schottischen Sprung auf unsern Übungsplätzen zu betreiben. Die in der Neuzeit höchsterreichte Leistung im Hochsprung ist allerdings von sportlicher Seite erzielt, und zwar ist es der Hochsprung mit schrägem Anlauf von Sweeney in New-York über 1,97 Meter (1895), ohne Sprungbrett. Die Abbildung (Fig. 466) nach einer Augenblicksphotographie dieses Sprunges zeigt, wie der Springer seinen Körper fast in die Horizontale gedreht hat und über die Springschnur hinüberwälzt. Die Höchstleistungen deutscher Turner, mit Sprungbrett ausgeführt, bleiben allerdings ziemlich hinter jenem Sprung zurück, es sind dies 1,86 m (Hüppe) und 1,80 m (Otta und Körting). Nun handelt es sich aber in den letzten Fällen einmal um keine trainierten Sportsleute. Rechnet man weiter als Maß der Sprunghöhe nicht die Höhe der übersprungenen Schnur, sondern die Höhe, bis zu welcher der Schwerpunkt des Körpers emporgeworfen wurde und in welcher das Becken über die Schnur ging, so dürfte das Maß an Sprungkraft, welches auf seiten der deutschen Turner liegt, doch nicht so sehr hinter den sportlichen Leistungen zurückstehen, als es den Anschein hat. Um so mehr als die Leistung Sweeneys die andern sportlichen Höchstleistungen im Hochsprung ziemlich erheblich überragt. (Page 1,93 m, Davin 1,89 m, Parsons 1,83 m).

Sprung mit schrägem Anlauf.

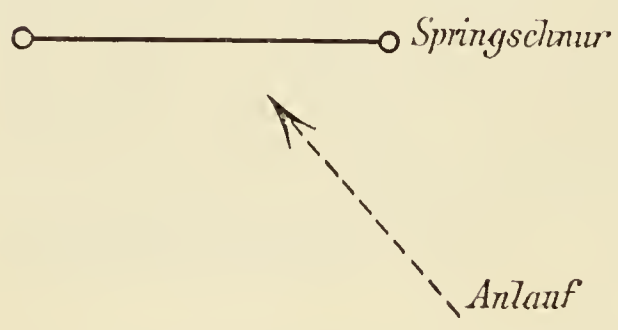


Fig. 465.

Das Maß der Sprungfertigkeit hängt unter sonst gleichen Verhältnissen ab von dem Maß der vorgängigen Beugung und der Energie der ins Spiel tretenden Muskeln. Diese Energie ist aber nicht allein bestimmend für die Schnelligkeit, welche während der Streckung beim Aufspringen dem Schwerpunkt mitgeteilt wird; vielmehr

Maß der Sprungfertigkeit nach Körpergröße und Körpergewicht.

sind darauf von Einfluß: a) die Länge der Gelenkhebel. Von zwei gleich großen und gleich kräftigen Springern wird der, welcher die verhältnismäßig längeren Beine hat, ausgiebiger springen können; b) das geringere verhältnismäßige Gewicht. Von zwei gleich großen und gleich muskelstarken Springern ist natürlich der im Vorteil, der einen hageren Körperbau hat und ein geringeres totes Mehrgewicht von Fett usw. aufzuwerfen braucht.

Die absolute Körperlänge hat dagegen auf das Maß des Sprunges — wenigstens des Hochsprunges — keinen unmittelbaren Einfluß. Ist das Körpergewicht klein, so kann eine kleinere Kraft das Gewicht ebenso hoch tragen, als eine größere Kraft ein

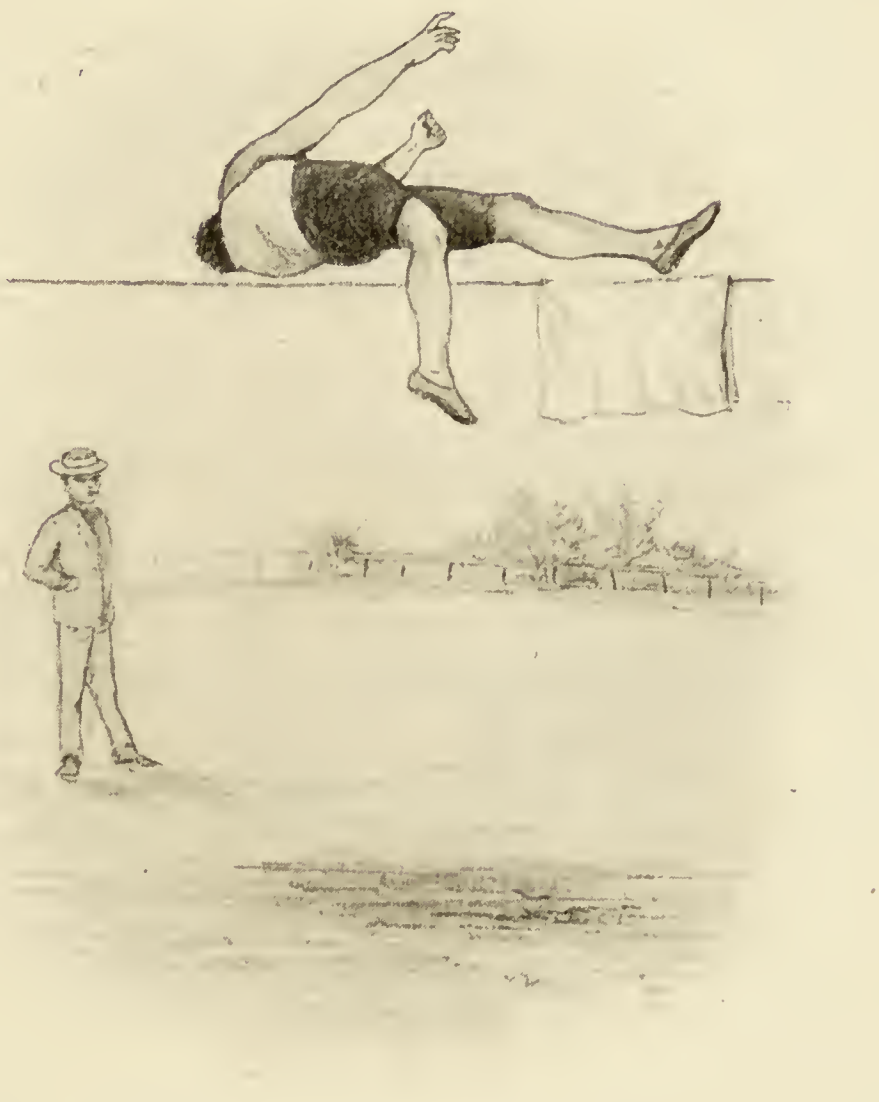


Fig. 466. Der höchste bekannte Sprung von 1,97 m, ausgeführt 1895 von Sweeney in New-York. Nach einer Augenblicksphotographie.

größeres Gewicht. Mit anderen Worten: Zwei Turner mit derselben verhältnismäßigen Muskelkraft können gleich hoch springen, welches auch ihre Körperlänge sei. — Für die Richtigkeit dieses Satzes spricht die Erfahrung auf den Turnplätzen; Chabry hat sie auch mathematisch zu erweisen gesucht.

§ 308. Die Thätigkeit der oberen Gliedmaßen beim Sprung.

Thätigkeit der oberen Gliedmaßen beim Sprung.

Die Thätigkeit der oberen Gliedmaßen beim reinen Sprung ist eine mehr untergeordnete: die Arme werden lediglich zur Gleichgewichtserhaltung des Körpers gebraucht. Die Armhaltungen im Verlauf des Sprungs wechseln meist so, daß die vor dem Absprung herabhängenden Arme mit dem Augenblick des Abspringens nach vorne geschleudert und beim Niedersprung wieder gesenkt, ja vorübergehend etwas nach hinten geführt werden. Jedoch kommen je nach Gewöhnung, Übung oder besonderer Absicht mancherlei Abweichungen vor, so daß die Armbewegungen nicht streng typisch ver-

laufen. Für den Augenblick des Absprungs ist aber jedenfalls eine vorgeschriebene feste Haltung der Arme, Vorhalte, Hochhalte, oder gar das für Anfänger beim Sprung von der Stelle immer noch häufig befohlene Halten der Hüften hinderlich und erschwert das Balancieren und damit den Sprung ganz unnötig.

Sprung mit Halteren oder Hanteln.

Es erhebt sich nun weiter die Frage: ob ein kräftiges Vorschwingen der womöglich mit Hanteln oder ähnlichen Gewichten beschwerten Hände im Augenblick des Absprungs Höhe und Weite des Sprungs vermehren könne. Meinem Dafürhalten nach muß diese Möglichkeit in Abrede gestellt werden. Die Streckung im Sprung-, Knie- und Hüftgelenk und die sich ihr entgegenstemmende Zusammenziehung der Beuger sind Muskelthätigkeiten von solcher Schnelligkeit und Plötzlichkeit, daß bei einem schnellen stärksten Sprung mit Anlauf der Körper schon längst in die Höhe geflogen ist, ehe die von hinten vor- und vorn heraufschwingenden Arme zur Vor- oder zur Hochhalte gelangt sind. Wie also diese, im Vergleich zu der ganz kurzen federnden Sprungbewegung der Beine doch immerhin langsame, Schwingung der Arme eine wesentliche Vermehrung der Wurfgeschwindigkeit und Wurfkraft erzielen, und die Höhe oder Weite der parabolischen Flugbahn des Körpers noch nennenswert vergrößern könne, scheint mechanisch wenig einleuchtend. Daß die Hellenen durch den Sprung mit Halteren Höhen und Weiten erreicht haben sollen, welche ohne solche Belastung der Hände und entsprechendes Armschwingen nicht zu erzielen waren, dürfte wohl eine Fabel sein. Der Vergleich, welchen Jaeger heranzieht, nämlich daß ein geworfenes kurzes Seil mit stärkerem Kopfende, oder ein Holzstab mit schwerem Griff oder schwerer Endzwinge wuchtiger fliege, ist nicht stichhaltig. Denn so schwer waren die griechischen Halteren nicht, um den Schwerpunkt des Körpers wesentlich zu verlegen; — und wären sie so schwer gewesen, nun, so hätte die zum Körpergewicht hinzutretende Gewichtbelastung die Wirkung der durch die Stärke der Muskulatur gegebenen Sprungkraft wieder entsprechend verringert, jene vermeintlichen Vorteile also aufgehoben. Wohl aber diente der Gebrauch der Hanteln oder Halteren dazu, den Körper beim Sprung sicher zu balancieren. Das Vorschwingen der Arme, welches, durch die Belastung der Hände wuchtiger und wirksamer gestaltet, während des Aufschnellens des Körpers bis zu seiner größten Erhebung ebenfalls seinen Höhepunkt erreicht, fördert die beim beginnenden Abwärtsfliegen eintretende Rücklage und Streckung des Rumpfes; und weiter: beim ersten Erreichen des Bodens hilft das Schwingen der Arme vornab und nach hinten die Aufrichtung des Rumpfes nach der in der Kniebeuge erfolgten Brechung des Fallstoßes schneller und sicherer erreichen. Der Springer steht so nach einem wuchtigen Sprunge augenblicklich fest auf der Niedersprungstelle, rutscht nicht bei losem Boden nach vorne oder fällt gar nach hinten. So wird beim Wettspringen auch der Entscheid über den Niedersprungort viel sicherer. Es sind diese Vorteile, welche wohl vornehmlich den Gebrauch der Halteren beim Sprung veranlaßt haben.

Balancieren durch Halteren.

Thatsächlich haben denn auch alle Versuche — und deren sind viele gemacht — durch Bewaffnung der Arme mit Hanteln oder Gewichten die Sprunghöhe oder die Sprungweite beim Sprung nennenswert zu steigern, ein sicheres Ergebnis nicht gehabt. Wäre damit ein Vorteil zu erzielen: Turner und Sportsleute hätten ihn sich nicht entgehen lassen.

Formen des Sprungs.

§ 309. Formen des Sprungs.

Bei der vorhergehenden Betrachtung war der reine Sprung von der Stelle mit beiden Füßen zunächst zum Ausgangspunkt genommen. Häufiger, und namentlich beim Springen mit vorherigem Anlauf angewendet, ist der Sprung von einem Fuß:

entweder auf beide Füße, oder auf den andern Fuß, oder wieder auf denselben Fuß (Hüpfsprung). Das an dem Absprung nicht beteiligte Bein macht in den beiden ersteren Fällen während des Sprunges in dessen Richtung eine Art von Schreitbewegung in der Luft. Beim Hüpfsprung von einem auf dasselbe Bein wird dagegen das unbeteiligte Bein gebeugt über den Boden gehalten und wie ein lahmes Glied mitgeführt. Der Ungeübte führt allerdings mit diesem Bein eine Mitbewegung aus, indem er es beim Sprung kurz nach hinten ausstreckt, damit „austritt".

Einteilung des reinen Sprungs.

Der reine Sprung oder der Sprung von der Stelle ist (wie auch der unten zu besprechende Sprung mit Anlauf sowie der gemischte Sprung) ausführbar:

1. von beiden Füßen;
2. von einem Fuß
   a) auf beide Füße,
   b) auf den andern Fuß,
   c) auf denselben Fuß.

Der reine Sprung kann erfolgen als:

A. Sprung auf der Stelle (aufwärts). Die Flugbahn ist eine senkrechte Linie.

B. Sprung mit Ortsbewegung auf der horizontalen Ebene. Die Flugbahn ist stets eine parabolisch gekrümmte Linie; je nach ihrer Steile unterscheidet man:
   a) Hochsprung, wenn die Flugbahn steil ansteigt und der Senkrechten sich nähert;
   b) Weitsprung, wenn die Flugbahn flach wird und der Horizontalen sich nähert;
   c) Hoch-Weitsprung (oder Weit-Hochsprung), wenn die Flugbahn einen mittleren Grad von Steile aufweist.

Nach der Richtung des Sprungs unterscheidet man:

1. Sprung vorwärts,
2. Sprung rückwärts,
3. Sprung seitwärts < rechts, links,
4. Schrägsprung < vorwärts < rechts, links, / rückwärts < rechts, links.

C. Sprung auf eine höher gelegene Unterstützungsfläche oder Aufsprung.

D. Sprung auf eine tiefer gelegene Unterstützungsfläche oder Tiefsprung.

Durch Verbindung all dieser Sprungformen mit Drehungen des Körpers um seine Längsachse, mit besonderen Armhaltungen, Armschwüngen, Griffen usw. läßt sich leicht ein außerordentlicher Reichtum von Übungsformen erzielen, wovon sich zur Entwicklung der Geschicklichkeit das eine oder andere im Jugendturnen auch gelegentlich verwenden läßt. In der Hauptsache aber ist turnerisch der Sprung als eine Brauchkunst nach den ihm innewohnenden Übungszwecken zu betreiben.

Hauptsächliche Übungszwecke des Sprungs.

Diese sind aber: 1. Überwindung eines Hindernisses für die Fortbewegung auf ebener Fläche, sei es, daß a) der Zusammenhang der Ebene in horizontaler Richtung unterbrochen (Graben, Wasserlauf usw.), und durch Weit-

sprung zu nehmen ist; oder daß b) die Ebene in vertikaler Richtung durchbrochen ist (Steinblock, Planke, Hecke, dorniger Strauch usw.), wo der Hochsprung zur Überwindung dient.

2. Gewinnung einer neuen Stützfläche, sei sie a) höher gelegen (Aufsprung) oder b) tiefer gelegen (Tiefsprung).

Nach diesen Richtungen hin muß die Sprungfertigkeit vor allem entwickelt werden.

Bei Geübteren ist es wichtig, daß das bei den Springübungen zu überwindende Hindernis nicht bloß durch eine Springschnur bezeichnet werde, sondern ein reales Hindernis (Springgraben, Planke, Hürde, Kasten u. dergl.) sei.

Der Sprung mit Anlauf.

§ 310. Der Sprung mit Anlauf.

Bei dem Sprung mit Anlauf wird die lebendige Kraft nach vorwärts, welche dem Körper durch eine mehr oder weniger ausgedehnte Laufbewegung mitgeteilt ist, für den Sprung mit ausgenützt. Die dem Körper durch den Lauf schon mitgeteilte Bewegung nach vorwärts addiert sich zu der flüchtig dem Körper erteilten Sprungbewegung hinzu. Flüchtig — denn die kleinste Stockung in der Vorwärtsbewegung vermindert sofort die verwendbare lebendige Wurfkraft des Anlaufs, oder hebt sie gar auf.

Mit beiden Füßen.

Aus diesem Grunde ist beim Anlaufsprung mit beiden Füßen die durch den Anlauf erreichte Geschwindigkeit nur zum kleinen Teil für den Sprung noch ausnutzbar; denn die Notwendigkeit, beide Füße nebeneinander auf die Absprungstelle zu bringen, unterbricht die Laufbewegung.

Von einem Fuß.

Anders wenn der Absprung nur von einem Fuß erfolgt. Hier macht nach dem letzten Laufschritt das vorgeschwungene Bein anstatt eines weiteren Laufschritts einfach eine Sprungbewegung, während das nachschwingende Bein während des Auf- oder Vorwärtsfliegens des Körpers wieder nach vorne schwingt und gewissermaßen in der Luft weiter läuft. Die weiteren Bewegungen des Springers auf dem Gipfel der Flugbahn und von da abwärts zum Niedersprung erfolgen gleichsinnig mit den oben beim reinen Sprung geschilderten Bewegungen.

Obschon beim Sprung mit Anlauf von einem auf den andern Fuß die Sprungkraft nur eines Beines ausgenutzt wird, so trägt doch infolge der ungehemmten Ausnutzung der durch den Lauf erzielten lebendigen Kraft dieser Sprung von einem Fuß sowohl weiter als auch höher als der Sprung von beiden Füßen mit Anlauf, wenngleich bei diesem die Sprungkraft beider Beine ins Spiel kommt. Bei einem Sprung von der Stelle liegt die Sache natürlich umgekehrt, hier addiert sich die Sprungkraft des einen Beines einfach zu der des andern: Die Leistungsgröße verdoppelt sich.

Wir sehen also, in wie hohem Maße die lebendige Wurfkraft des Laufs die eigentliche Sprungkraft zu verstärken im stande ist. Namentlich gilt das für den Weitsprung.

Hochsprung mit Anlauf.

Beim Hochsprung mit Anlauf verwandelt sich die lebendige, durch den Anlauf erlangte Kraft in der Richtung nach vorwärts um in potentielle Kraft zur Hebung des Schwerpunktes des Körpers, also in der Richtung nach aufwärts. Diese Umwandlung vollzieht sich um so schwieriger, je steiler der aufsteigende Ast der parabolischen Wurfbahn des Körpers ist, d. h. je näher die Absprungstelle dem Lotpunkt der Schnur liegt. Andererseits wird der Gipfel der parabolischen Wurfbahn, d. h. die Sprunghöhe, bei gleichem Aufwand von Sprungkraft um so niedriger sein, je flacher der aufsteigende Ast der Wurfbahn ist, d. h. je weiter die Absprung-

stelle vom Lotpunkte der Schnur liegt. Beim Hochweitsprung erreicht man also nicht dieselbe Höhe wie beim eigentlichen Hochsprung. Man rechnet aber als Hochweitsprung solche Sprünge, bei welchen die Entfernung der Absprungstelle vom Lotpunkt der Schnur größer ist als die Sprunghöhe (Fig. 468).

Welches Verhältnis zwischen Absprungstelle — d. h. der Entfernung der Absprungstelle vom Lotpunkte der Springschnur — und Sprunghöhe das günstigste ist, um mit gegebenen Sprungkräften die möglichst größte Sprunghöhe überwinden zu können, das ist eine Frage, die sich rein theoretisch kaum entscheiden läßt. Hier ist die Erfahrung der Übungsplätze wertvoller.

Auf den Sportplätzen hat die praktische Erfahrung ergeben, daß das günstigste Verhältnis dasjenige ist, wo die Entfernung der Absprungstelle vom Lotpunkte der Schnur jedesmal gleich ist der halben Schnurhöhe, also z. B. bei 120 cm Sprunghöhe 60 cm beträgt. Alle Hochsprünge haben nach dieser Vorschrift denselben Grad von Steile. Anders beim Hochsprung der deutschen Wettturnordnung. Hier ist ein für allemal die Absprungstelle 120 cm vom Lotpunkt der Schnur entfernt, und mit der größeren oder geringeren Höhe des Sprungs wechselt auch fortwährend dessen Charakter (vergl. Fig. 470 u. 471).

Günstigstes Verhältnis zwischen Absprungstelle und Höhe der Springschnur.

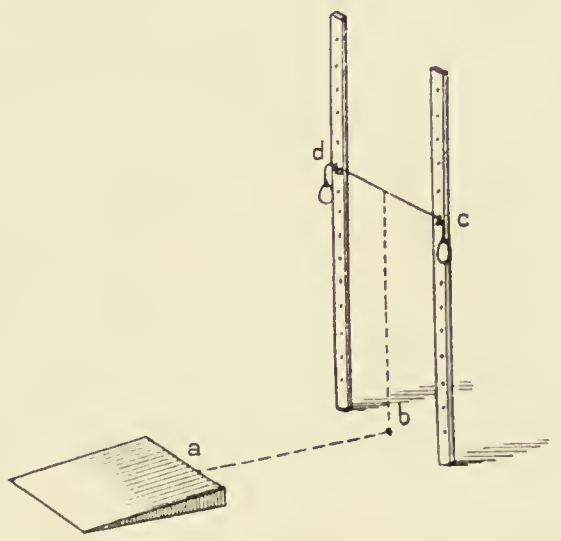


Fig. 467. a Absprungstelle; b Lotpunkt der Springschnur dc.

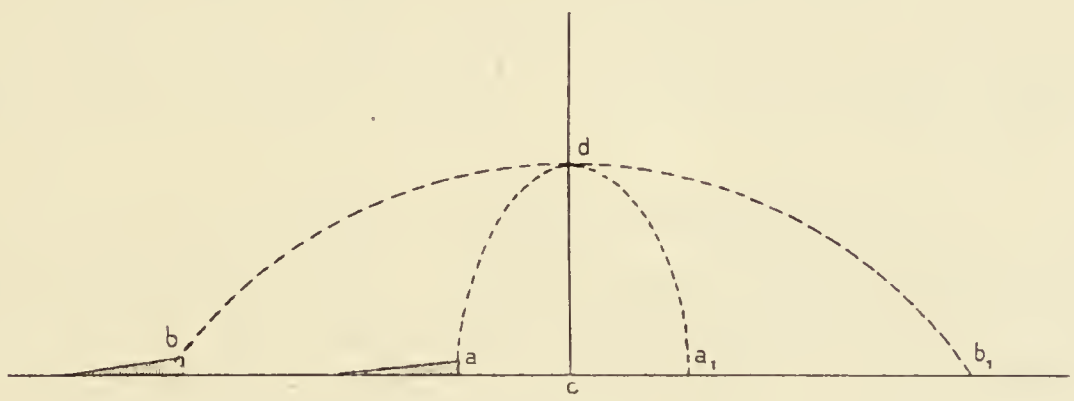


Fig. 468. dc = Sprunghöhe; $\left.\begin{matrix}a\\b\end{matrix}\right\}$ Absprungstellen. In aa_1 wird die Sprunghöhe mittels eines Hochsprungs, in bb_1 mittels eines Hochweitsprungs überwunden.

Was die zweckmäßigste Art des Anlaufs betrifft, so hat man sich hier zunächst des Umstandes zu erinnern, daß die Richtung des Sprunges gegeben ist durch die augenblickliche Lage des Schwerpunktes zum Stützpunkt im Moment des Abspringens. Da durch den Lauf der Schwerpunkt in schnellster Vorwärtsbewegung ist, so muß die den Körper aufwärts oder vorwärts schnellende Sprungbewegung haar-

Zweckmäßigste Art des Anlaufs.

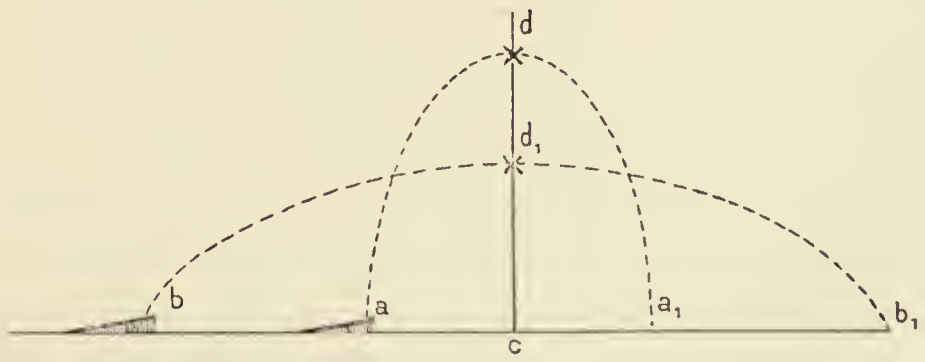


Fig. 469. $a\,d\,a_1$ Höchstleistung eines Springers im Hochsprung. — Sprunghöhe $d\,c$; $b\,d_1\,b_1$ entsprechende Höchstleistung desselben Springers im Hochweitsprung. — Sprunghöhe $d_1\,c$.

scharf und blitzschnell genau in dem flüchtigen Augenblick erfolgen, wo der Schwerpunkt diejenige Lage passiert, welche für die gewollte Sprungrichtung die ausschlaggebende ist. Dazu gehört eine Feinheit des Abschätzungsvermögens, wie sie nur durch häufigste Übung erworben werden kann, dann aber auch dem guten Springer unbedingt eignet. Beim Anfänger ist dies nicht der Fall. Er versäumt noch oft den richtigen Augenblick des Aufspringens nach kräftigem Anlauf, überrennt die Absprungstelle oder stolpert nach vorne. Man läßt daher den Anfänger nur kurzen Anlauf nehmen — vielfach werden drei Laufschritte vor dem Sprunge vorgeschrieben — und gestattet erst nach besserer Übung einen weiteren, beliebig zu nehmenden Anlauf. Dieser soll aber nicht zu weit sein. Der Anlauf hat den Zweck, dem Körper eine gewisse schnelle Bewegung in der Richtung nach vorwärts zu erteilen; dem ist mit etwa 9—12 kräftigen Laufschritten genügt. Wird der Anlauf noch länger genommen, so wird die nutzbare Schnelligkeit kaum nennenswert gesteigert.

Zu langer Ablauf.

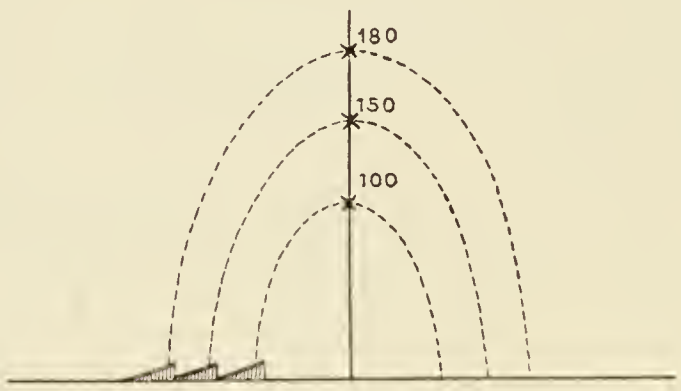


Fig. 470. Sportlicher Hochsprung mit beweglicher Absprungstelle.

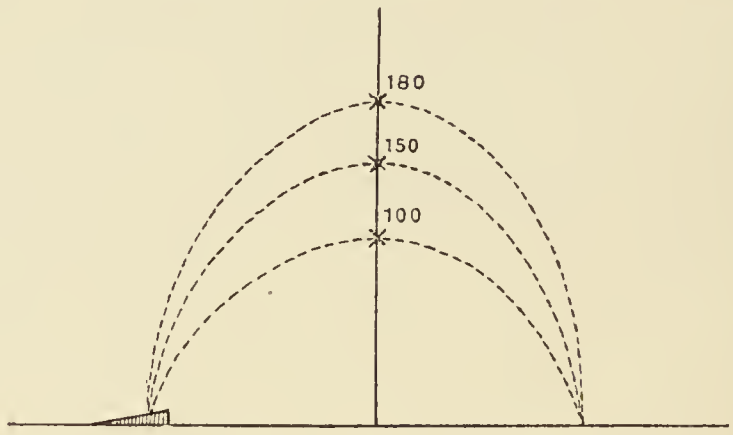


Fig. 471. Hochsprung mit fester Absprungstelle.

Dagegen wird es schwieriger, aus der längeren Laufbewegung heraus den richtigen Augenblick zur Sprungbewegung wahrzunehmen. Der Läufer schätzt die Entfernung vom Ablaufpunkt bis zur Absprungstelle schlecht ein, und kommt mit seinen Laufschritten nicht richtig aus, so daß gerade der letzte Laufschritt vor dem Absprung zu kurz wird oder zu lang, in beiden Fällen die Wucht des Absprungs schädigend. Thatsächlich kommen auch bei Geübteren häufig Fehlsprünge vor, falls sie den Anlauf zu lang nehmen.

Der Dreisprung.

§ 311. Der Dreisprung.

Entfernungen, welche mit einem einzigen Weitsprung nicht zu überspringen sind, können durch einige Weitsprünge hintereinander bewältigt werden. So entsteht der Zwei- und der Dreisprung. Es wird dabei nach Anlauf von einem auf den andern Fuß gesprungen, mit letzterem sofort wieder eine weitere Sprungbewegung gemacht u. s. f. Diese Art zu springen, bei drei Sprüngen, wird der Deutsche Dreisprung genannt. Eine besondere Berechtigung zu dieser Bezeichnung, so als ob diese Sprungart etwa eine alteingebürgerte gerade auf deutschen Übungsplätzen gewesen sei, liegt keineswegs vor. Die drei Sprünge sucht man gleich groß zu gestalten. Nun ist aber offenbar dasjenige Bein, auf welches in weitem Sprunge zuerst aufgesprungen wird, aus der tieferen — den Fallstoß abschwächenden — Kniebeuge beim Niedersprung nicht gerade zu einem neuen, sehr ergiebigen Sprung geschickt, wie oben schon auseinandergesetzt ist. Es wird daher beim deutschen Dreisprung der zweite und dritte Sprung stets mit geringerer Kraft und verminderter Sprungweite folgen. Dem begegnet nun eine andere Art des Dreisprungs, der Dreisprung in Hupf, Tritt und Sprung (hop, steep and jump), wie er in

Deutscher Dreisprung.

Dreisprung in Hupf, Tritt und Sprung.

England und Nordamerika, neuerdings auch vereinzelt in Deutschland als „amerikanischer Dreisprung“ gepflegt wird. Bei diesem Sprung wird zunächst nach kräftigem Anlauf von dem einen auf denselben Fuß ein ergiebiger Weitsprung — also ein Hüpfsprung — gemacht. Dem folgt ein kürzerer, mehr schrittartiger Sprung auf den andern Fuß, der beim Niedersprung nicht zur tiefen Beuge führen darf, und nun schließlich mit der vollen Sprungkraft dieses Fußes ein Weitsprung auf den ersten Fuß (oder auf beide Füße). Also entweder:

rechts — rechts — links — rechts
Hüpfsprung Schrittsprung Sprung

oder: links — links — rechts — links.

Der Vorzug dieser Sprungart liegt darin, daß für die beiden hauptsächlichen und entscheidenden Sprünge, den ersten und den dritten, die Sprungkraft erst des einen, dann des andern Beines voll und ungeschwächt ins Spiel kommt. Mit dieser schönen Sprungart sind gewaltige Strecken überfliegbar (Höchstleistungen 14,33 Meter und 13,81 Meter). Mit dem Dreisprung in Hupf, Tritt und Sprung sind höhere Leistungen erzielt als mit dem deutschen Dreisprung. Er trägt weiter.

Beide Arten des Dreisprungs sind für die Übung und Entwicklung der Schreit- und Sprungkraft der Beine von großem Werte. Bei der Übung in „Hupf, Tritt und Sprung“ macht deutschen Turnern oft der weite Hüpfsprung große Schwierigkeit, weil sie in einseitiger Weise daran gewöhnt sind, beim Weitsprung mit Anlauf stets nur von einem auf den andern Fuß oder auf beide Füße zu springen.

§ 312. Sturmspringen.

Sturmspringen.

Wie für den Weitsprung der Lauf auf der horizontalen Ebene ungemein förderlich ist, indem die dem Körper mitgeteilte lebendige Kraft in der Richtung nach vorwärts ungehemmt zum Ausdruck kommt, und sich zur eigentlichen Sprungbewegung einfach hinzuaddiert, so wird der Hochsprung unmittelbar in seiner Ausgiebigkeit gesteigert, wenn der Anlauf über eine ansteigende Ebene erfolgt, so daß dem Schwerpunkt bereits eine Bewegung nach aufwärts mitgeteilt ist, welche die Sprungbewegung nach aufwärts direkt zu verstärken geeignet ist. Dies ist der Fall beim sogenannten Sturmspringen, bei welchem eine mehr oder weniger steile Anhöhe hinaufgelaufen wird, von deren Spitze dann der Hoch- oder Hochweitsprung erfolgt. Die Stelle einer gleichmäßig ansteigenden Anhöhe (Erdwall, Böschung), die nur auf sehr großen Übungsplätzen sich dauernd eingerichtet findet, vertritt für gewöhnlich auf dem Turnboden das 3—4 Meter lange Sturmbrett, welches mit seinem vorderen Ende auf ein verstellbares Querholz aufgelegt, eine schiefe Ebene darstellt, der man nach Belieben einen verschiedenen Grad von Steile verleihen kann. Ein 3 Meter langes Sturmbrett hat eine Neigung von 20°, wenn das vordere Ende 1 Meter hochgelegt ist; bei $1^1/_2$ Meter Höhe ist der Neigungswinkel 30°, bei 2 Metern ungefähr 43°. Bei einer Steile über 30° hinaus wird aber die eigentliche Sprungbewegung in einem mit dem Neigungswinkel des Sturmbretts zunehmenden Maße immer schwieriger und weniger ausgiebig, da der Sturmlauf dann nicht mehr auf der Fußsohle erfolgen kann, sondern nur noch auf den Fußspitzen. Die Streckmuskeln des Sprunggelenks können dadurch nicht mehr genügend an der Sprungbewegung beteiligt werden.

Um Sprunghöhe und Sprungweite beim Sturmspringen noch mehr zu steigern, benutzt man auch federnde Sturmbretter.

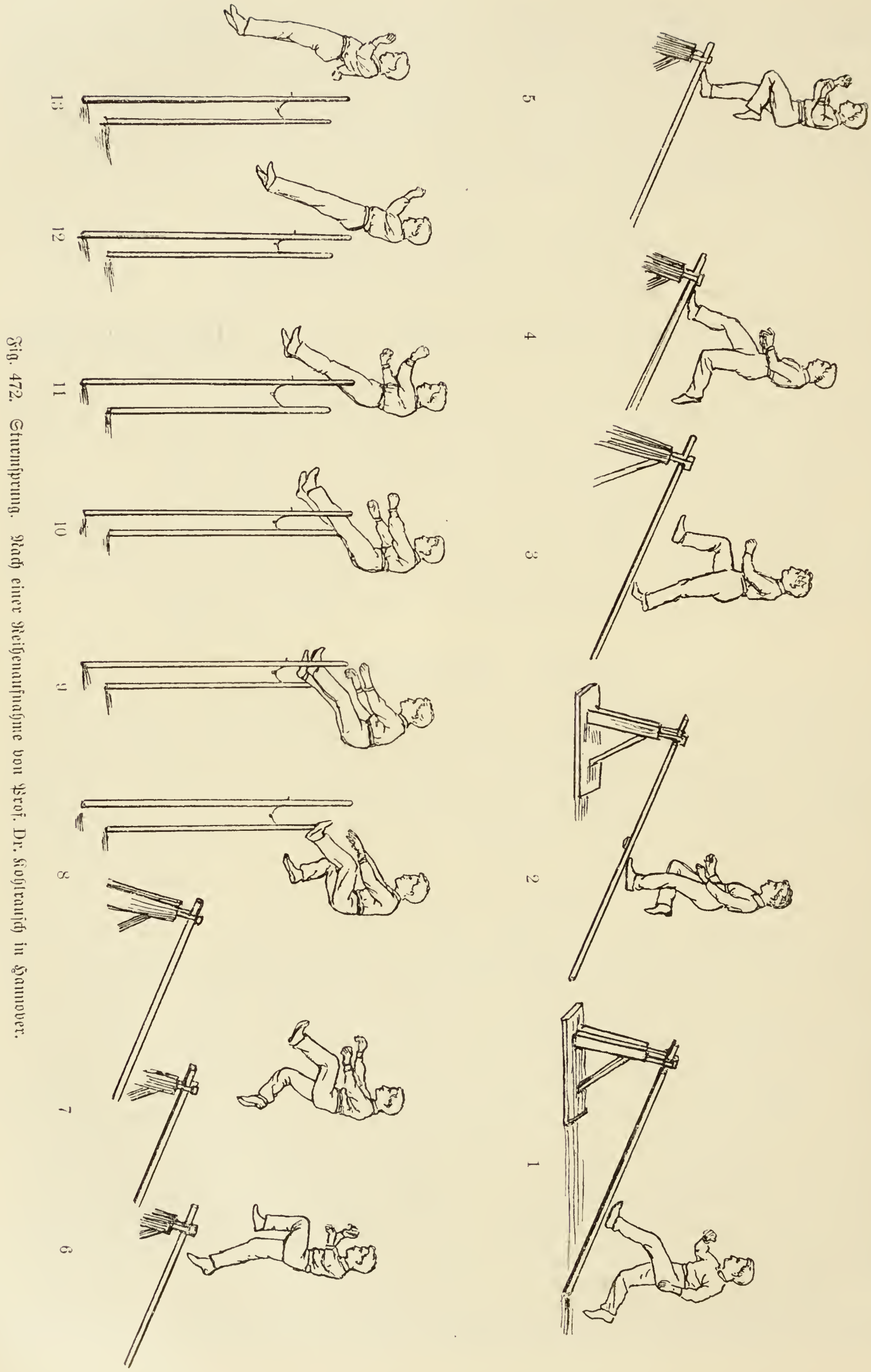


Fig. 472. Stammübung. Stand einer Reihenaufgabe von steil. Dr. Hoffmann in Hannover.

§ 313. Gemischter Sprung.

Gemischter Sprung.

Unter gemischten Sprüngen verstehen wir solche, bei denen die Ausführung des Sprunges nicht allein durch die Sprungthätigkeit der Beine zu stande kommt, sondern wo auch die Stemmkraft der obern Gliedmaßen mit beteiligt und ausgenutzt wird. Es kann dies so geschehen, daß die oberen Gliedmaßen entweder einen Stützpunkt an dem zu überspringenden festen Gegenstand selbst finden, oder daß sie mittels eines mit den Händen geführten Geräts, z. B. eines längeren Stabes, einen Stützpunkt auf dem Boden gewinnen.

Demgemäß zerfallen die gemischten Sprünge in zwei verschiedene Arten: 1. Sprünge mit Aufstützen der Hände auf einen festen Gegenstand, und 2. Sprünge mit Übertragung des Stützes der Hände auf den Boden mittels eines von den Händen gehaltenen beweglichen Geräts.

§ 314. Sprung mit Aufstützen der Hände auf den zu überspringenden Gegenstand.

Sprung mit Aufstützen der Hände auf den zu überspringenden Gegenstand.

Der Sprung mit Aufstützen der Hände auf den zu überspringenden Gegenstand kann im gewöhnlichen Leben erstens zu dem Zwecke ausgeführt werden, um, ähnlich wie beim freien Aufsprung, für den Körper eine neue feste Stützfläche zu gewinnen (Aufsprung oder Aufschwung auf einen Balken, eine Plattform, eine Mauer, ein Pferd usw.). Zweitens kann ein solcher Sprung erfolgen, um einen festen Gegenstand zu überspringen, z. B. einen Pfosten, einen hohen Steinblock, eine Bretterwand, ein Geländer usw.

Auf dem Übungsplatz werden zu solchen gemischten Sprüngen zahlreiche Geräte verwendet, wie Bock, Pferd, Sprungtisch, Kasten, Reck, Barren, Planke, Sturmbrett (Fig. 473).

Je nach dem Grade der Ausführung des Sprungs kann man hier unterscheiden:

Sprung in den Stütz.

1. Sprung in den Stütz. Nachdem eine Sprungbewegung aufwärts und mehr oder weniger vorwärts erfolgt ist, werden die vorgestreckten Hände bei leichter im Ellbogengelenk gebeugten Armen auf das feste Gerät mit den Handtellern aufgestützt, oder sie umfassen das Gerät, wenn es dazu geeignet ist (Querbalken, Reckstange, Barrenholm usw.). Durch Streckung der aufgesetzten oder fassenden Arme wird dann die Bewegung in den Streckstütz beendet.

Übersprung mit seitgrätschenden Beinen.

2. Übersprung mit seitgrätschenden Beinen. Ist der zu überspringende Gegenstand schmäler als die Entfernung der Füße bei auseinandergespreizten oder gegrätschten Beinen, so braucht der Sprung nicht so hoch zu erfolgen, daß die Füße die Höhe des Hindernisses oder des Geräts erreichen. Im Gegenteil kann das Becken um so knapper über das Gerät gebracht werden, und bleiben die Füße um so näher dem Boden, je schmäler das Gerät ist (schmaler Pfosten, Steinsäule). Ist das Gerät aber breiter wie die Entfernung der Füße in Spreizhaltung (quergestellter Kasten oder Pferd), so muß der Körper hoch genug geschnellt werden, so daß auch die Füße über das Gerät hinwegfliegen. Leichter als in Spreizhaltung wird in solchem Falle das Hindernis überwunden, wenn die Beine nebeneinander seitlich rechts oder links über das Gerät gebracht werden (in Flanke, Kehre, Wende) durch den Plankensprung oder das Voltigieren.

Bei diesen Sprüngen wie auch bei den folgenden Arten des gemischten Sprunges finden zwei Sprungbewegungen hintereinander statt: 1. Der Absprung vom Boden

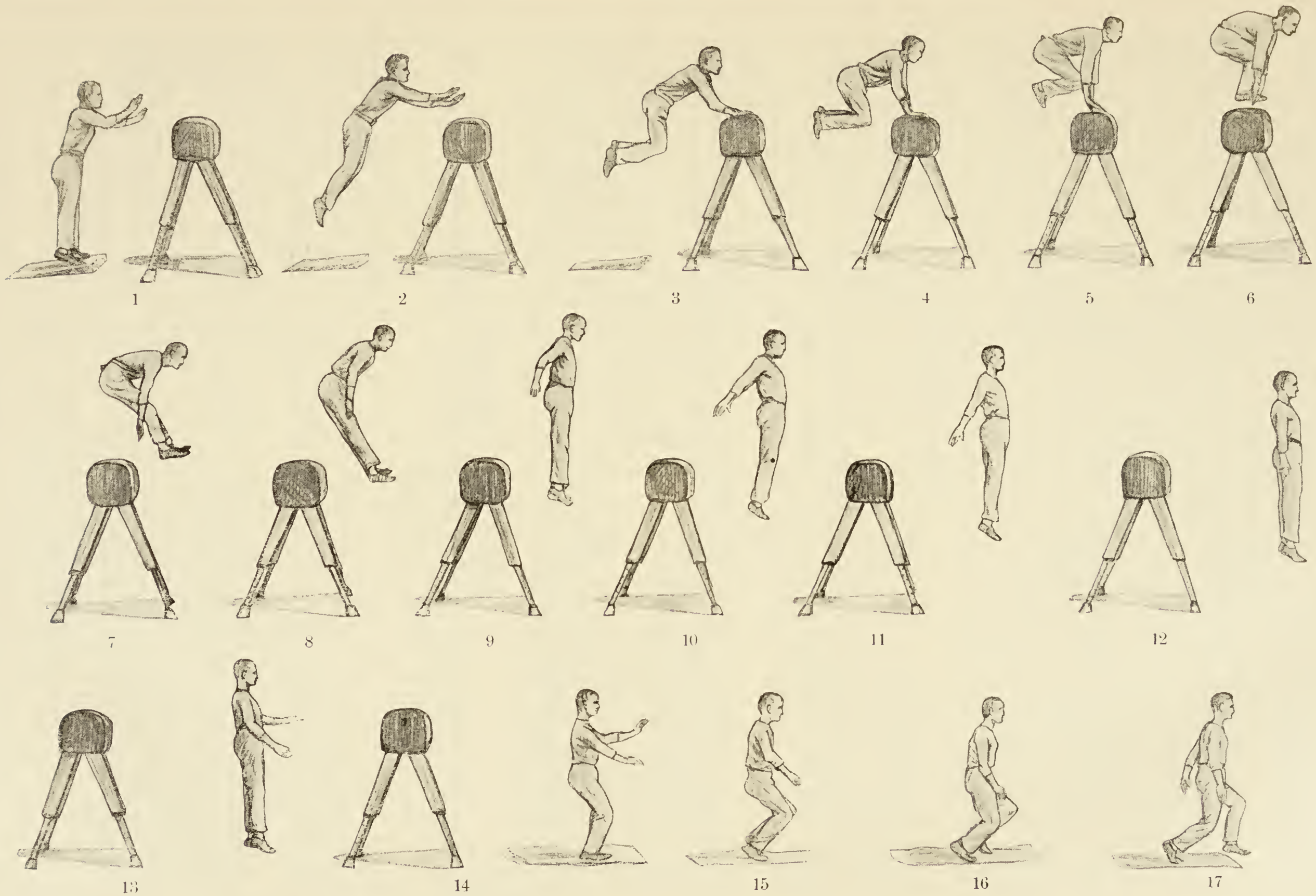


Fig 473. Hocksprung über den Bock nach Reihenaufnahme von Prof. Dr. Kohlrausch. — 1 und 2 Aufsprung von den Beinen. 3 und 4 Aufstütz auf das Gerät mit leicht gebeugten Armen. In 5 beginnen die Arme sich zu strecken und eine schnellende sprungartige Bewegung auszuführen bis zu den Fingerspitzen, welche in 6 eben das Gerät verlassen; diese neue, dem Körper mitgeteilte Bewegung wirft den Körper in 7, 8, 9 weiter aufwärts, wobei der Rumpf gestreckt wird; von da ab fällt der Körper zum Niedersprung wie beim einfachen Sprung.

mittels der Beine, und 2. der Absprung oder das Abstützen vom Gerät mittels der flüchtig aufgestützten Arme.

Absprung oder Abstützen mit den Händen.

Letztere Bewegung bietet in ihrer Ausführung ein ganz besonderes Interesse. Die Hand wird mit ihrer vollen Fläche aufgesetzt, und wirkt — ähnlich wie der Fuß beim Zehenstand oder beim Sprung — wie ein einarmiger Hebel (Fig. 477), dessen Unterstützungs- und Drehpunkt die Fingerspitzen bilden. Der Angriffspunkt der Kraft befindet sich am Handgelenk. Die vorzugsweise hierbei thätigen Muskeln sind in erster Linie die Speichen- und Ellenhandbeuger; dazu kommt die Zusammenziehung der Fingerbeuger, welche gleichfalls die gestreckte Hand von der festen Unterlage abhebeln, indem die feste Stützfläche der Beugung der Fingerspitzen Widerstand entgegensetzt. Im Ellbogengelenk ist es der dreiköpfige Armstrecker, welcher durch heftige Zusammenziehung das Gelenk streckt und so an dem Abstützen des Armes teilnimmt. Da mittels der aufgesetzten Hand der Arm der feste Hebel ist, nach welchem hin während der flüchtigen Sprungbewegung der Körper gezogen wird, so nehmen an der Bewegung auch die Anzieher des Armes, breiter Rücken- und großer Brustmuskel, teil; ebenso muß während des Vor- und Aufwärtswerfens des Körpers durch das Abstützen

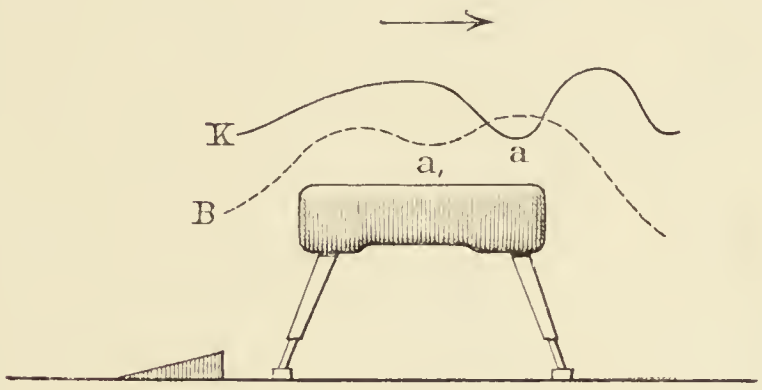


Fig. 474. Längssprung über das Pferd. K Kurve des Kopfes, B die des Beckens. Bei a in der oberen, a_1 in der unteren Kurve setzt die Sprungbewegung der Arme ein. — Ermittelt aus einer Reihenaufnahme von Prof. Kohlrausch.

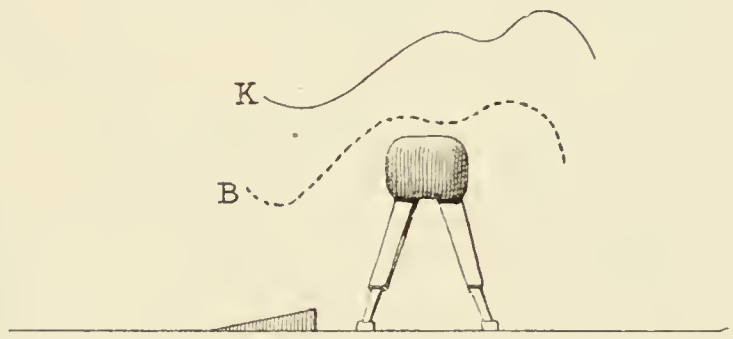


Fig. 475. Einfacher Bockhochsprung. K Kurve des Kopfes, B des Beckens. Nach Reihenaufnahme von Prof. Kohlrausch ermittelt.

von den Händen das Schulterblatt flüchtig fixiert werden, um z. B. dem dreiköpfigen Strecker volle Wirksamkeit zu gestatten. Die Mechanik der Sprungbewegung mittels der Arme ist mithin eine weit verwickeltere, als es für den Sprung mittels der Beine der Fall ist. Die Gelenke und Muskeln der Beine sind zur Fortbewegung des Körpers eben auf das Vorteilhafteste eingerichtet, da hierin ihre eigentlichste Bestimmung liegt; für die Arme ist solche Thätigkeit nur eine ganz gelegentliche.

Wurfbahn des Körpers beim gemischten Sprung.

Die Wurfbahn des Körpers ist nach der Sprungbewegung oder dem Abstützen mittels der Arme ebenso eine Parabel, wie es auch nach dem Sprung von den Füßen der Fall ist. Die gesamte Flug- oder Wurfbahn beim gemischten Sprung mit Aufstützen der Hände setzt sich also aus zwei parabolischen Linien zusammen. Die Kurve dieser Flugbahn beginnt mit der durch den Absprung von den Füßen erwirkten Parabel, welche dann an irgend einem Punkte unterbrochen wird durch die parabolische Bewegung, wie sie die Sprungbewegung der Arme dem Körper mitteilt. Je nach der Art des Sprunges und je nach dem Zeitpunkt des Einsetzens der schnellenden Sprungthätigkeit der Arme unterbricht die zweite Parabel die erste schon in deren aufsteigendem Aste, auf deren Gipfel, oder erst im absteigenden Aste, wo der Körper also bereits nach abwärts zu fliegen im Begriff ist. Betrachtet man die Kurven der Flugbahnen des Körpers bei verschiedenen gemischten Sprüngen, wie ich sie in den beistehenden Figuren auf Grundlage von Augenblicksphotographien ermittelt habe, so zeigt sich bei den einfachen Längssprüngen über das Pferd, daß die

flache Parabel des Absprungs schon im absteigenden Teil begriffen ist, wenn die parabolische Flugbahn, welche die Armthätigkeit dem Körper mitteilt, erst einsetzt (Fig. 474). Und während die letztere Kurve beim Grätschsprung über ein schmales Hindernis — z. B. beim einfachen Bockhochsprung, Bocksprung über einen gebückt Stehenden —, weil das Becken ganz knapp über das Hindernis hinweg zu fliegen braucht, nur wenig höher sich erhebt als der Gipfel der begonnenen ersten Parabel (Fig. 475), wird die zweite Parabel ausgesprochen höher und steiler, wenn das Becken hoch über das Hindernis gebracht werden muß, so z. B. bei den Hocksprüngen (Fig. 476). Die Höhe und Steile der Parabel ist also der Ausdruck des Umfanges der Armthätigkeit beim gemischten Sprung und läßt abschätzen, wie hoch und wie weit die Arme allein den Körper zu werfen im stande sind. Dabei ist natürlich nicht außer acht zu lassen, daß dem Körper in dem Augenblick, wo die Sprungbewegung mittels der Arme einsetzt, bereits eine lebendige Kraft der Vorwärtsbewegung in der Richtung des Gesamtsprunges mitgeteilt ist.

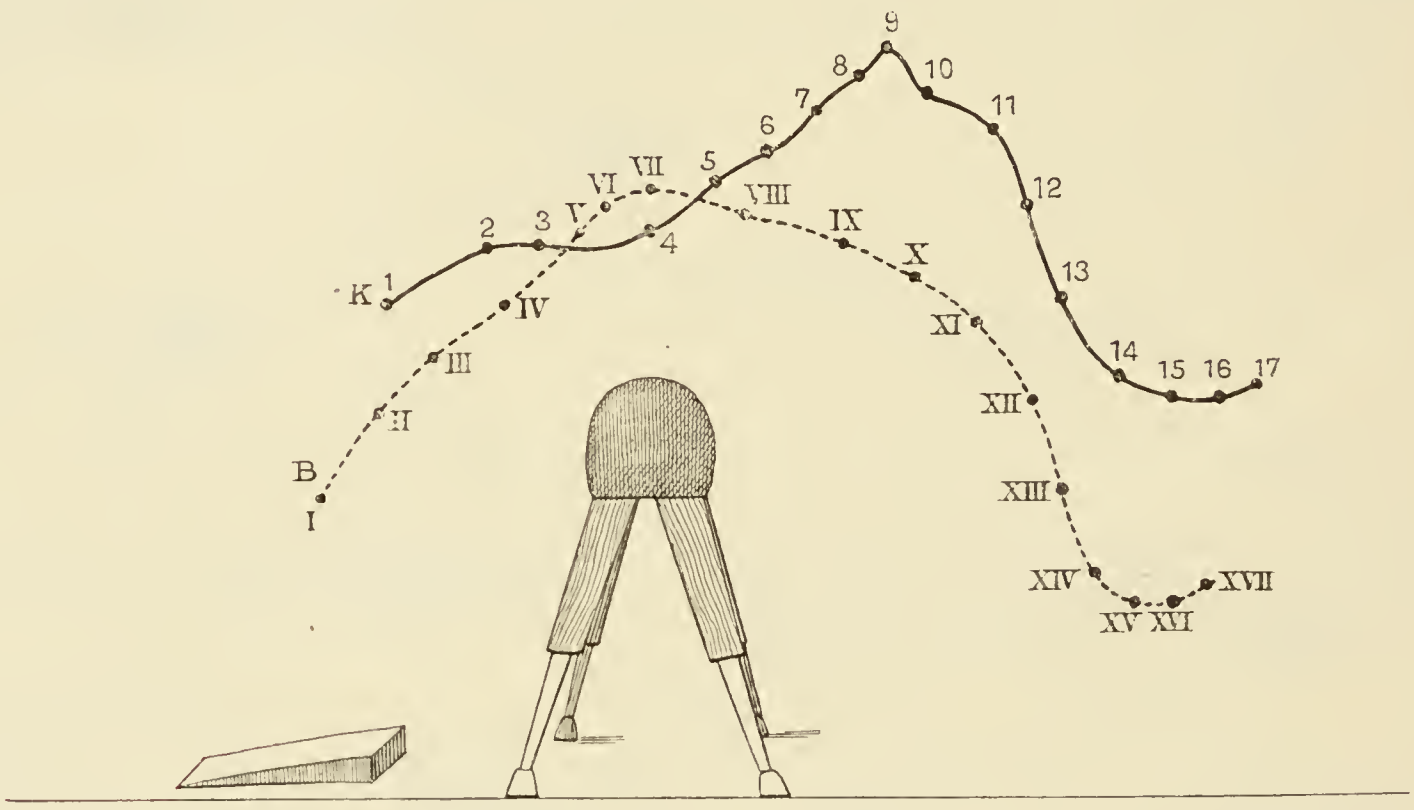


Fig. 476. Hocksprung über den Bock. K Kurve der Bewegung des Kopfes, B des Beckens. Durch die Streckung des Rumpfes in 7—9 kommt die zweite Parabel nicht rein zum Ausdruck.

Um aber aus einer Ruhestellung heraus, z. B. aus dem Reitsitz auf einem Gerät, dem Körper eine Sprungbewegung mitzuteilen, dazu reicht die Armkraft allein nur in bescheidenem Maße aus. Zu diesem Behufe muß — z. B. beim Abgrätschen aus dem Reitsitz auf dem Halse des Springpferdes — der Schwerpunkt hinreichend nach vorn über den Unterstützungspunkt gebracht werden. Es geschieht dies durch Vornüberbeugen des Rumpfes und starke Beugung der sonst gestreckten Beine im Hüftgelenk. Erst in diesem Augenblick können dann die Arme in der beschriebenen Weise unter energischer Streckung mit Abhebeln der Handflächen eine wurfartige Bewegung ausführen, welche den Körper etwas nach oben und nach vorne wirft. Diese Bewegung ist indes eine wenig ausgiebige und fällt bei der gezwungenen Haltung des Körpers — Vorwärtsschiebung nach den aufgestützten Armen hin — meist recht hölzern aus.

Abgrätschen.

Man führt deshalb den Absprung aus dem Reitsitz, oder das Abgrätschen, meist so aus, daß unter Aufstützen auf die Hände ein Rückschwung gemacht wird, dem ein Vorschwung folgt. Letzterer erteilt dem Körper schon eine Bewegung nach vorwärts. Sowie bei diesem Vorschwung der Schwerpunkt genügend nach vorne über die auf-

gestützten Hände gelangt, bedarf es nur des Abstützens der Hände, unter plötzlicher vollkommener Streckung der Arme, um die Bewegung des Abgrätschens zu vollenden und dem Körper genügende weitere Wurfkraft zu erteilen.

Beim Aufsprung in die Hockstellung und Aufrichten zum aufrechten Stand auf dem Gerät, sowie beim Übersprung eines Geräts in der Hocke (Hocksprung, Fig. 473) muß das Becken besonders hoch über das Gerät geschnellt werden. Der Absprung mittels der Hände muß infolgedessen weit ausgiebiger erfolgen als beim einfachen Übergrätschen, es zeigt sich daher die zweite Wurflinie höher und steiler (zwischen 4 und 5 bezw. IV und V in Fig. 476 beginnend; würde man für jeden Moment den Schwerpunkt genau bestimmen, so würde die aus der Verbindung dieser Punkte gewonnene Kurve eine reine parabolische Linie darstellen), als die durch die Sprungthätigkeit der Beine gegebene Wurflinie; die Armthätigkeit wird kräftiger und ausschlaggebender. —

Hocksprung.

Fig. 477. Abhebeln der Hand beim gemischten Sprung.

Auf die zahlreichen Abarten und Unterarten dieser Sprungformen, das Überschwingen beider Beine nebeneinander seitlich in Flanke, Kehre und Wende, usw. kann hier füglich nicht eingegangen werden. Es kann hier nur darauf ankommen, die Mechanik der grundlegenden Bewegungen zu erörtern. Jede einzelne Übung aus dem reichen, ja unendlichen Schatz turnerischer Gerätübungen mechanisch zu zergliedern, wäre ein für einen Einzelnen unmögliches Beginnen, praktisch auch in den meisten Fällen wertlos. —

§ 315. Gemischter Sprung von Fuß und Hand gleichzeitig.

Gemischter Sprung von Fuß und Hand gleichzeitig.

Bei den bisher betrachteten gemischten Sprüngen war angenommen, daß erst ein Absprung von den Füßen erfolgt, der zum Auflegen der Handfläche auf das Gerät führt, und daß dann die Arme, indem die ausgestreckte Hand von ihrer Unterlage bis zur Fingerspitze sich abhebelt, eine zweite Sprungbewegung ausführen.

Der Sprung kann aber auch aus dem Stande so erfolgen, daß in der Ruhestellung bereits die Handflächen dem Gerät aufliegen, oder doch im Augenblick des Abspringens der Beine aufgelegt werden. Dann geschehen Absprung von den Beinen und Armen gleichzeitig, und die Wirkungen der Bewegungen der untern und obern Gliedmaßen addieren sich zu einer ununterbrochenen Flugbahn. Man springt so namentlich dann, wenn das feste Gerät, welches den Händen Stütz bietet, keine breite Stützfläche besitzt, sondern schmal ist, so daß es von den Händen umgriffen werden kann (Barrenholm, Reckstange, bügelförmige Pferdpausche u. dergl.). Es kann also dann die Hand nicht platt sich auflegen und, ähnlich wie die Fußsohle vom Boden sich von Ferse zur Zehe abwickelt, so in einem Zuge von Handwurzel bis zu den Fingerspitzen sich abhebeln: vielmehr kann die Hand nur eine Greifbewegung machen, während die Sprungbewegung der Arme sich lediglich im Ellbogengelenk vollzieht. Die Bewegung erfolgt daher mit weit geringerer Kraft. Nur der Geübtere kann diese Akte nacheinander ausführen, erst mit den Beinen abspringen und während des Freifliegens erst das Gerät zu flüchtigem Stütz und weiterer Sprungbewegung in Flanke, Kehre, Wende, Hocke und Grätsche erfassen. Ein Beispiel: Hocksprung über den hinteren Barrenholm am seitgestellten Barren.

Zur Ausführung solcher Sprünge muß also schon eine große Sicherheit erworben sein, und ist stets ein gewisser Wagemut erforderlich. Es erreichen aber diese Sprünge nach Höhe und Weite niemals den Umfang solcher Sprünge, bei welchen eine breite Stützfläche volle Ausnutzung der Sprungthätigkeit der Arme gestattet. Bocksprünge sind ausgiebiger als Reck- und Barrensprünge.

Voltigieren. Auf den Sportplätzen sind diese Sprünge als „Voltigieren über eine Schranke“ (Balken oder Planke) zur Wettübung ausgestaltet. Höchstleistungen sind das Überspringen einer Schranke von 2,23 Meter Höhe mit Aufstützen beider Hände (Page, 1881), einer Planke von 2,28 Meter Höhe ebenfalls mit Aufstützen beider Hände (Atkinson 1884) und einer Planke von 1,62 Meter Höhe mit Aufstützen einer Hand (Ford 1884).

Stabspringen.

§ 316. Stabspringen.

Anderer Art sind solche Sprünge, bei welchen das Gerät nicht zum Stütz und Überspruug, sondern zum Hang gefaßt wird, um dann aus dem Hang mittels einer Schwungbewegung den Körper nach vorwärts und auch bis zu einem gewissen Grade nach aufwärts zu werfen. Ist der gewollte Höhepunkt erreicht, so lassen die Hände los und der Körper fliegt mit der erlangten Schwungkraft frei vor- und abwärts. Man nennt solche Sprünge mit flüchtigem Hang: Unterschwünge. Beispiel: Unterschwung am Reck über eine hinter dem Reck angebrachte Springschnur.

Fig. 478. Stabspringen. Nach einer Augenblicksphotographie von Ungardon in Genf.

In dem gedachten Beispiel ist das Gerät, welches flüchtig nach Absprung zum Hang umfaßt wird, eine mehr wie reichhohe Reckstange, die horizontal gerichtet ist. Es kann aber die Stange auch so niedrig liegen, daß sie bereits aus dem Stande zum Schwung gefaßt wird. Die Stange braucht ferner nicht horizontal zu liegen, sondern kann auch schräg gerichtet sein, ja senkrecht aufstehen. Auf diese Weise vermag sich z. B. der Wanderer an einem starken überhängenden oder aufstehenden Baumast über einen nicht allzu breiten Graben oder Wasserlauf zu schwingen.

Nun kann man die feste Stange oder den Ast auch durch eine beweg liche Stange ersetzen. Wenn man nämlich eine längere Stange (etwa 3 Meter lang) nach ihrem einen Ende zu so faßt, daß die Hände weit genug auseinander sind, um auf den unteren gestreckten Arm den Körper beim Sprung stützen zu können, dann das untere Ende oder die Spitze der Stange fest in den Boden einsetzt, und nun kräftig abspringt, so verleiht man der Stange bei feststehender Spitze eine zeigerförmige Bewegung. Der Körper, im Stütz gehalten, balanciert wagerecht schwebend auf dem oberen Ende der Stange. Sowie die Stange so bis zur Senkrechten gelangt ist, erfolgt der Absprung, wobei man entweder den Stab unter Lüften desselben von seiner festen Unterlage mitnimmt, oder ihn zurückfallen läßt. Durch vorherigen An-

lauf kann man dem Körper starke lebendige Kraft verleihen und so den Sprung ausgiebiger machen.

Auf solche Weise kann man mittels des Springstabes bedeutende Höhen überwinden: bis zu drei Meter Höhe und darüber liegen Leistungen im Stabsprung vor. Desgleichen kann der Stab zum Weitsprung benutzt werden: Stabweitspringen.

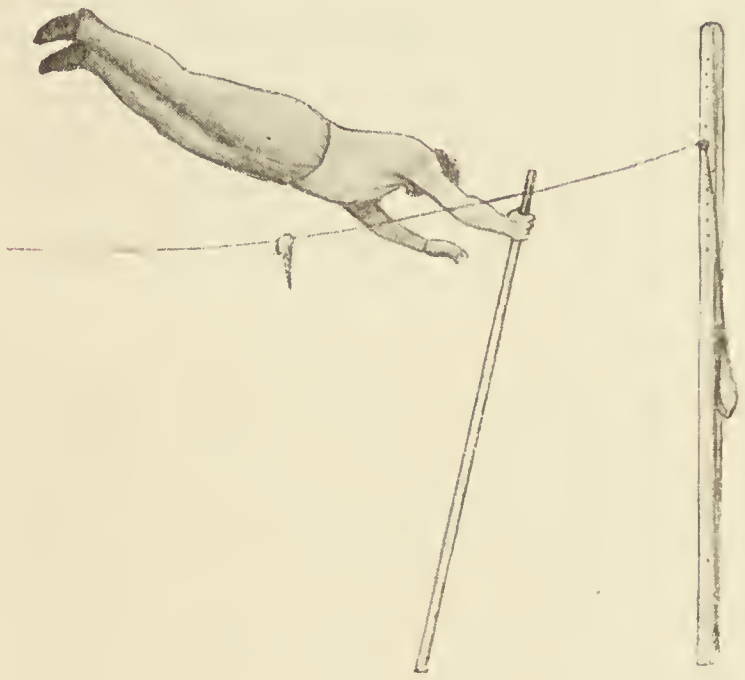


Fig. 479. Stabspringen. Nach einer Augenblicksphotographie, aufgenommen in Schönholz bei Berlin 1890.

Fig. 480. Stabspringen. Nach einer Augenblicksphotographie, aufgenommen in Frankfurt a. M. 1896 (2,70 m hoch).

Für den Bergwanderer ist die Benutzung des Bergstocks als Sprunggerät oft sehr dienlich. Kleine Wildwässer, Spalten und Gräben können so übersprungen werden. Man vermag mit dem Bergstock ebenso auf steile Böschungen oder Felsblöcke hinaufzuspringen, wie sich von solchen hinabzuschwingen.

Auch für manche andere Vorkommnisse im Leben kann der Sprung mittels eines Stabes als Brauchkunst dienen.

§ 317. Körperliche Einwirkung des Sprunges.

Körperliche Einwirkung des Sprunges.

Die körperliche Einwirkung oder der Übungswert des Sprunges ist sehr mannigfaltig. Für die Muskulatur der Beine besitzt eine Bewegung, welche das gesamte Körpergewicht aufhebt und in die Höhe oder Weite wirft, den Charakter einer momentanen Höchstleistung. Der Sprung ist also eine Kraftübung, welche die Muskeln der Beine, und von diesen namentlich die Streckmuskeln — daß auch die gegensinnigen Muskeln, die Beuger, beteiligt werden, sahen wir oben — ungemein kräftigt. Da der Augenblick des Aufschnellens ein äußerst kurzer ist, so ist die Muskelermüdung nach der Sprungbewegung nur von geringem Umfang: man kann zahlreiche Sprünge hintereinander ausführen, bevor sich stärkere Ermüdung geltend macht.

Übung der Beinmuskeln.

Die Notwendigkeit, die Bewegung genau abzumessen und, beim Sprung mit Anlauf genau im geeigneten Augenblick in die schnelle Vorwärtsbewegung die aufschnellende Sprungbewegung der Beine einzuschalten; der Übergang aus der gebeugten Rumpfhaltung beim Aufsprung in die Streckung des Rumpfes beim Niedersprung; die Abschwächung des erschütternden Fallstoßes beim Niederkommen auf den Boden durch Aufsprung auf die Zehenballen und elastische Senkung in die Kniebeuge; die Erhaltung des Gleichgewichts beim Niederkommen auf den Boden und beim Aufrichten

Geschicklichkeit beim Sprung.

nach dem Niedersprung: alles das giebt dem Sprung auch den Charakter einer Geschicklichkeitsübung, welche in Bezug auf schöne Haltung und Ausführung sowie leichten Niedersprung, ferner in Bezug auf möglichste Höhe und Weite des Sprunges großer Vervollkommnung fähig ist. Der Charakter der Geschicklichkeitsübung tritt vor allem hervor bei den Übungen des gemischten Sprunges, deren Übungswert durch die oft recht energische Mitbethätigung der Armmuskulatur noch ein besonderer wird. Namentlich sind hier diejenigen Sprungarten zu nennen, bei welchen die Hand mit ihrer ganzen Fläche auf eine breite Unterlage gebracht wird, und die Arme eine der Sprungbewegung der Beine gleichartige Sprungbewegung ausführen (Bock-, Pferd-, Tisch-, Kastenspringen). Die Greifthätigkeit der Hände, die oft im raschen Fluge zu erfolgen hat, kommt beim Reck- und Barrenspringen zur Übung, die Gleichgewichtserhaltung schwieriger Art beim Stabspringen. Die Übungen des Sprungs und namentlich des gemischten Sprungs nehmen mithin unter den Geschicklichkeitsübungen einen ganz hervorragenden Platz ein.

Moralische Einwirkung der Springübungen.

Auch eine moralische Einwirkung ist den Übungen des Sprungs eigen: sie bedingen schnelle Entschlossenheit, Selbstüberwindung und Mut. Der weithin oder in die Höhe geschnellte, oder gar in die Tiefe hinabsausende Körper erreicht den Boden nur unter heftigem Anprall. Das hemmende Angstgefühl vor schmerzhafter Erschütterung muß ebenso überwunden werden wie die Furcht vor schmerzhaftem Fall bei etwaigem Fehlsprung, welch letzterer namentlich beim Sprung über ein festes Hindernis in nähere Möglichkeit gerückt ist. Zwar mindert die weiche Niedersprungsmatratze, oder eine mit Sand, feuchten Sägespänen u. dergl. angefüllte Niedersprungstelle die Furcht vor heftigem Fallstoß; die bei Berührung sofort niederfallende Springschnur benimmt die Gefahr des Fehlsprungs; der Gebrauch des Sprungbretts erleichtert die Wahrnehmung des richtigen Augenblicks für den Absprung. Eine männlich-stramme turnerische Erziehung muß aber beim Sprung auf jene Erleichterungen auch verzichten lernen. Ein gut geschulter Springer soll auch auf harten Boden elastisch und leicht niederspringen können. Soll der Sprung als Brauchkunst geübt werden, welche dem rüstigen Wanderer über Stock und Stein, Hecke und Verhau, Graben und Sumpf hilft, so muß der Sprung auch ohne Sprungbrett — auf den englischen Sportplätzen übt man den Sprung stets ohne ein solches — zur Ausführung kommen. Ebenso verdient der Sprung über feste Hindernisse — Hürde, Planke, Balken, Springkasten u. dergl. — auf den Übungsplätzen stetig betrieben zu werden.

Anlaufsprünge in ihrer Wirkung auf Lungen- und Herzthätigkeit.

Werden Sprünge — namentlich der Freiweitsprung, Freihochsprung, Dreisprung usw. — mit entsprechend schnellem Anlauf häufiger hintereinander ausgeführt, so stellt der kurze schnellste Lauf und das kraftvolle Weitwerfen des Körpergewichts eine in kürzeste Spanne Zeit zusammengedrängte starke Arbeitsleistung dar, die ihrerseits nicht ohne eine, allerdings schnell vorübergehende heftige Steigerung der Herz- und Lungenthätigkeit sich vollzieht. Somit werden hier in einem gewissen Maße dem Sprung die ureigenen Einwirkungen der Schnelligkeitsbewegungen zu teil, namentlich dann, wenn solche Sprünge mit Anlauf oft hintereinander in kurzen Zwischenräumen wiederholt werden.

Übung des Abschätzungsvermögens.

Der Sprung übt endlich auch das Abschätzungsvermögen. Mit dem Augenmaß ist der Umfang des zu überwindenden Hindernisses nach Höhe und Weite, ist der Ort des Ab- wie des Niedersprungs abzuschätzen und danach Richtung wie Kraftaufwand beim Sprung zu bemessen.

§ 318. Vorsichtsmaßregeln beim Springen.

Vorsichtsmaßregeln beim Springen.

Beim Betrieb der Springübungen sind eine Reihe von Vorsichtsmaßregeln nicht außer acht zu lassen, da das Springen leicht zu Verletzungen Anlaß geben kann.

Fehltreten auf dem Sprungbrett.

Schon der Gebrauch des Sprungbrettes kann Verstauchung des Fußgelenkes, Zerrung der Bänder des Kniegelenks und ähnliche Verletzungen veranlassen: nämlich wenn der Springer mit dem Fuße, von dem er abspringen will, zu weit vortritt, so daß ein Teil des Fußes über die Vorderkante des Sprungbrettes hinausragt. Da bei dem flüchtigen Absprung der Fußballen dann keinen Stützpunkt auf dem Brett findet, so mißlingt der Sprung, und der Fuß schlägt um. Diese Gefahr liegt besonders nahe bei stark Kurzsichtigen, ferner bei solchen, welche an den Gebrauch des Sprungbrettes beim Springen nicht gewöhnt sind. Absprungstelle und Springgerät sollen daher stets gut beleuchtet sein. Dietrich & Hannak in Chemnitz fertigen neuerdings Sprungbretter, in deren Oberfläche kurz vor der Vorderkante eine quadratische Gummiplatte eingelassen ist, von der aus der Absprung erfolgen soll. Dadurch kann der Springende während des Laufs die Stelle, von welcher er genau abspringen muß, schon ins Auge fassen. Die Springschnur ist durch hellere Farbe (beim Abendturnen Überstrich mit weißer Kreide oder Kalkmilch) oder durch einen weißen zungenförmigen Lappen in der Mitte hinreichend erkennbar zu machen.

Ungeschickter Niedersprung

Am meisten giebt ungeschickter Niedersprung Anlaß zu Verletzungen. Zunächst wenn der Körper, anstatt elastisch auf die vorgestreckten Zehenballen niederzukommen, mit den Fersen zuerst den Boden erreicht, so daß sich auf diese die ganze Fallwucht des Körpers überträgt. Das verursacht selbst auf weicherer Matratze eine heftige Erschütterung des Körpers, welche sich die Wirbelsäule entlang bis zum Kopfe hinauf fortpflanzt und die Zähne zusammenklappen macht. Solch heftiger Niedersprung verursacht meist nur eine vorübergehende unangenehme Empfindung, und nur äußerst selten, bei ungeschicktem Sprung aus großer Höhe und auf harten Boden, hat er auch wirkliche Erscheinungen von Erschütterung des Hirns oder des Rückenmarks zur Folge. Dagegen wird hierbei leicht der Fersenknochen beschädigt, sei es, daß der starke Fallstoß den unmittelbar auf den Boden aufschlagenden Knochen nur in heftiger und recht schmerzhafter Weise erschüttert, oder daß dieser doch so derbe Knochen wirklich verletzt wird und kleine Risse oder Sprünge in seinem Gefüge erleidet. Stärkerer Bruch des Knochens ist dagegen ein außerordentlich seltenes Vorkommnis. Im günstigeren Falle braucht solche Verletzung des Fersenknochens nicht gerade das Gehen auf dem verletzten Fuße ganz zu hindern, aber das Auftreten auf den Fuß bleibt dann doch noch wochenlang äußerst schmerzhaft. —

Verletzung des Fersenknochens.

Ausgleiten beim Niedersprung.

Es kann ferner das Aufrichten nach dem Niedersprung mißlingen, der Springer kann ausrutschen und rücklings oder seitlings fallen. Hier sind glatt gewordene Matratzen — z. B. die sonst in Bezug auf Staubfreiheit so empfehlenswerte Matratze aus Rindsleder — gefährlich. Auch wenn die Matratze ungeschickt liegt, oder wenn der Springer durch eigenes Ungeschick entweder zu kurz, auf die Vorderkante der Matratze, oder zu weit, auf deren Hinterkante niederkommt, kann Niedersturz und zuweilen selbst Verstauchung des Fußes veranlaßt werden. Am gefahrlosesten ist es entschieden, wenn an Stelle der Matratzen eine hinreichend große, mit weichem Sand, oder mit Sägemehl, dem zum Feuchthalten Salz beigemischt ist, angefüllte größere Niedersprungstelle benutzt werden kann. — Beim Üben möglichst hoher oder weiter Sprünge ist es namentlich im Schulturnen angebracht, hinter dem Gerät Schüler zum etwaigen Hilfegeben aufzustellen. Ihre Aufgabe ist es, den Niederspringenden aufzufangen und vor Sturz zu bewahren.

Hilfsstellung.

Am ehesten treten solche übelen Zufälle — die übrigens im regelrechten Turnunterricht nur ausnahmsweise einmal zu verzeichnen sind — auf beim Niedersprung aus größerer Höhe, so beim Tiefspringen, beim Sturmspringen, beim Stabspringen.

Staubige Matratzen.

Staubhaltige schlechte Matratzen werden beim Sprung leicht zu einer Gefahr für die Atemorgane. Wenn eine größere Abteilung hintereinander zahlreiche Sprünge ausführt, so daß jeder Niedersprung eine Staubwolke aus der Matratze aufwirbelt, so ist nachher die ganze Umgebung des Sprunggeräts in Staubnebel gehüllt. Diese schmutzige Staubluft wirkt um so eher schädlich, als durch die Anlauf- und Sprungbewegung die Atemthätigkeit der Turnenden stärker vermehrt und vertieft ist.

Zur Schonung der Atemorgane beim Sprung wird auch vorgeschrieben, den Sprung, nach vorheriger tiefer Einatmung, mit geschlossenem Munde „auf einen Atem" auszuführen. Diese Vorschrift bietet außerdem den Vorteil, daß der in tiefer Einatmungsstellung festgelegte Brustkorb den an der Sprungbewegung mitbeteiligten Bauch- und Rückenmuskeln festen Ansatz bietet.

Der Wurf.

Die Wurfbahn.

§ 319. Die Wurfbahn.

Durch den Wurf wird ein mit einer Hand oder mit beiden Händen gefaßter Gegenstand mittels einer stoßenden oder schwingenden Bewegung eines Arms oder beider Arme in einer bestimmten Richtung bewegt und nach plötzlichem Loslassen mit der ihm erteilten lebendigen Kraft in einer bestimmten Richtung fortgeschleudert. Der Weg, den das losgelassene Wurfgeschoß nimmt, d. h. die Flug- oder Wurfbahn, wird wesentlich bestimmt durch folgende Kräfte:

Lebendige Wurfkraft.

1. Die durch den augenblicklichen Stoß oder Schwung des Armes (oder beider Arme) dem Wurfgeschoß mitgeteilte lebendige Wurfkraft, welche nach jeder Richtung hin sich äußern kann.

Schwerkraft.

2. Die andauernd wirkende Schwerkraft, welche stets senkrecht nach unten zum Boden hin zieht.

Widerstand der Luft.

3. Der Widerstand der Luft. Dieser ist verschieden groß je nach der spezifischen Schwere und dem Umfang des Wurfgeschosses. Er äußert sich ferner verschieden, je nachdem die Luft vollkommen ruhig oder bewegt ist (Winddruck). Bei bewegter Luft wird die Wurfbahn verlängert, wenn Wurfrichtung und Richtung der Luftbewegung (Windrichtung) dieselbe sind. Umgekehrt wird die Wurfbahn verkürzt, wenn die Windrichtung der Wurfrichtung entgegengesetzt ist. Trifft die Windrichtung seitlich gegen die Flugrichtung, so wird der Weg des Wurfgeschosses mehr oder weniger in der Richtung der Luftbewegung seitlich abgelenkt.

Lassen wir den Widerstand der Luft zunächst außer Betracht, so ergiebt sich für die Gestaltung der Wurfbahn folgendes.

Wurf senkrecht nach oben oder unten.

Ist die Wurfrichtung senkrecht nach unten oder oben gerichtet, so stellt die Wurfbahn eine senkrechte Linie dar, und steht unter dem Einfluß der Gesetze des freien Falls. Beim Wurf senkrecht nach unten nimmt die Fallgeschwindigkeit um so viel zu, als der mitgeteilten Wurfkraft entspricht. Umgekehrt beim Wurf senkrecht in die Höhe nimmt die Geschwindigkeit der Bewegung ab, indem der geworfene Körper, durch die der Wurfkraft entgegengesetzt wirkende Schwerkraft gehemmt, erst schneller, dann aber immer langsamer sich erhebt, bis er zuletzt an einem Punkte an-

langt, wo Schwerkraft und Wurfkraft sich miteinander ausgleichen. Hier bleibt er einen flüchtigen Moment in Ruhe, kehrt dann um, und folgt von da ab lediglich dem Einfluß der Schwerkraft nach den Gesetzen des freien Falls.

Ist die Wurfrichtung eine andere, als die senkrecht nach oben oder unten, so stellt die Wurfbahn stets eine krumme und zwar *parabolische* Linie dar. Der höchste Punkt der Parabel heißt der Scheitel; zu demselben hin führt der aufsteigende Ast der Parabel, über den Scheitel hinaus folgt der absteigende Ast.

Horizontaler Wurf.

Wenn der Wurf genau in *horizontaler* Richtung erfolgt, so liegt der Scheitel der Parabel im Anfang der Flugbahn, und die Flugbahn stellt lediglich den absteigenden Ast einer Parabel dar. Letzteres ist ebenso der Fall bei allen *schräg nach abwärts* gerichteten Würfen.

Gesetzt, ein Wurfgeschoß, z. B. ein Stein, werde genau in horizontaler Richtung durch einen Wurf fortbewegt, so daß der Stein, wenn die ihm mitgeteilte *Wurfkraft allein* auf ihn einwirkte, in der ersten Sekunde (Fig. 481) von A nach B, in der zweiten, dritten usw. Sekunde nach C, D usw. fliegen würde. In dem Augen-

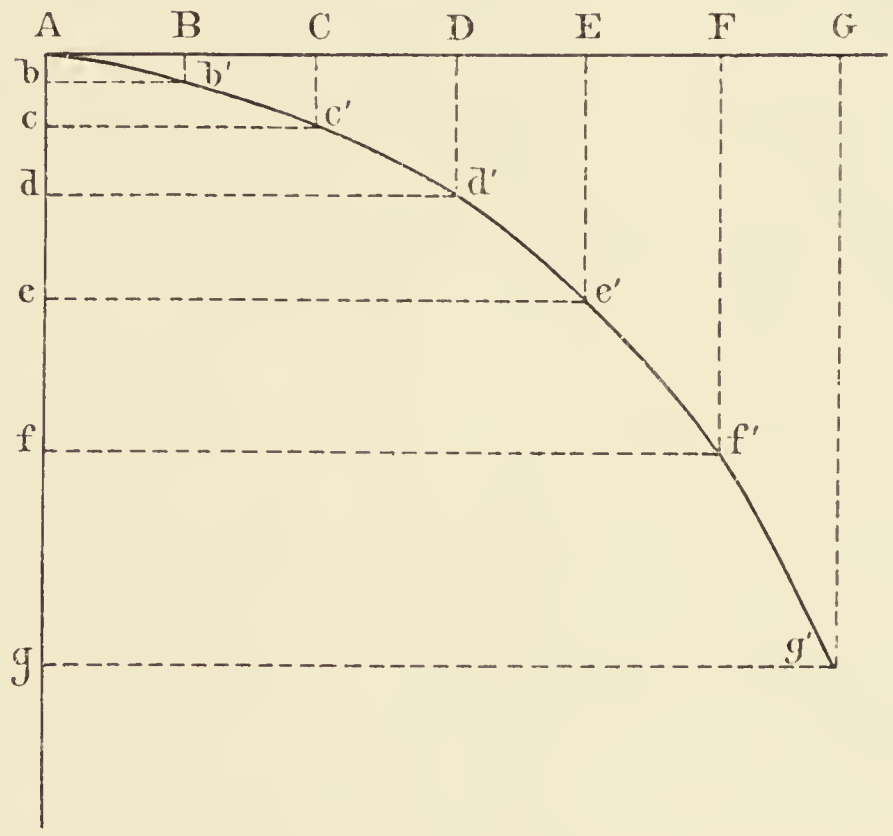


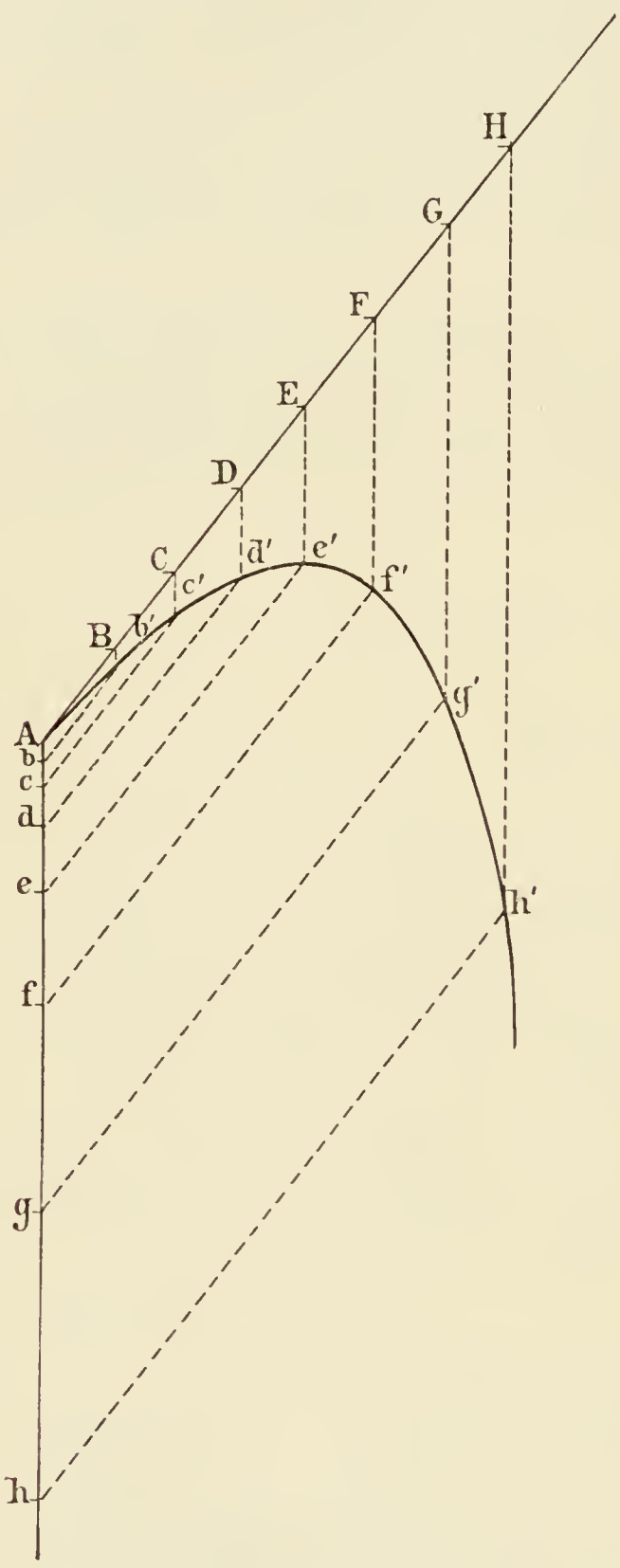
Fig. 481. Flugbahn eines horizontal gerichteten Wurfs.

blick aber, wo der Stein zu fliegen beginnt, wirkt auch schon die Schwerkraft auf ihn ein und sucht ihn senkrecht nach unten zu treiben. Es würde der Stein, wenn die *Schwerkraft allein* auf ihn einwirkte, mit stets beschleunigter Geschwindigkeit nach Ablauf der ersten Sekunde in b (der Fallraum in einer Sekunde $g/_2 = 4{,}9$ Meter), nach Ablauf der zweiten Sekunde in c (der Fallraum der zweiten Sekunde ist $g/_2 . 4 - g/_2 = g/_2 . 3 = 14{,}7$ Meter), nach Ablauf der dritten Sekunde in d (Fallraum der dritten Sekunde $= g/_2 . 9 - g/_2 . 4 = 5\, g/_2 = 24{,}5$ Meter) usw. sich befinden. Da aber beide Kräfte, Stoß- und Schwerkraft, *gleichzeitig* auf den Stein einwirken, so findet man nach dem Gesetz des Parallelogramms der Kräfte seine Flugbahn dadurch, daß man den Einfluß der einen wie der andern Kraft durch gerade Linie darstellt, welche der Richtung und Länge nach der Richtung und Größe jener Kräfte entsprechen, daß man ferner das durch beide bestimmte Parallelogramm ergänzt und vom Ausgangspunkt der Bewegung A aus die Diagonale zieht. Demnach wird die gekrümmte Flugbahn des Steines die Punkte b′ (nach der ersten Sekunde), c′, d′, e′, f′, g′

passieren und den absteigenden Ast einer Parabel, deren Scheitel in A liegt, darstellen.

Wurf schräg aufwärts.

Ist die Wurfrichtung schräg aufwärts gerichtet, so ist die Flugbahn zunächst eine aufsteigende, dann aber, nachdem sie den höchsten Punkt oder den Scheitel der Parabel erreicht hat, eine absteigende. Sie wird auf dieselbe Art vermittelt. In Fig. 482 würde ein mit der Geschwindigkeit A B schräg aufwärts geworfener Stein, wenn die Schwere nicht auf ihn einwirkte, in der 1., 2., 3., 4., 5., 6., 7. Sekunde nach B, C, D, E, F, G, H gelangen, während die Schwere allein ihn in denselben Zeiten nach b, c, d, e, f, g, h fallen machen würde. Stellen wir aber diese Kräfte in Form von Linien dar, und ergänzen die betreffenden Parallelogramme, so ergiebt sich die erst aufsteigende, dann absteigende parabolisch gekrümmte Wurfbahn Ab' c' d' e' f' g' h'. Der Winkel, welchen die anfängliche Flugbahn mit der horizontalen bildet, heißt der Erhöhungswinkel. Je größer dieser Winkel wird, um so steiler, zuletzt der Senkrechten sich annähernd, wird der absteigende Ast der Parabel, d. h. um so mehr rückt der Scheitel der Parabel dem Ende der horizontalen Flugweite zu. Es zeigt sich ferner, wenn man die Flug- oder Wurfbahnen für verschiedene Erhöhungswinkel bestimmt (Fig. 483), daß bei Würfen mit gleicher Wurfkraft die Flugweite in horizontaler Richtung mit zunehmendem Erhöhungswinkel zunächst anwächst bis zu einem Erhöhungswinkel von 45°, um dann weiterhin wieder immer mehr abzunehmen, bis die Wurfweite bei 90° — senkrecht aufsteigender Wurf — gleich Null wird. Es ist also die Wurfrichtung von 45°, oder einem halben rechten Winkel, diejenige, bei welcher man die größte Wurfweite erzielt.



Erhöhungswinkel und Flugweite.

Schwere und Größe des Wurfgeschosses.

Fig. 482. Flugbahn eines schräg aufwärts gerichteten Wurfs.

Was die zur Erzielung einer größtmöglichen Wurfweite zweckmäßigste Größe und Form des Wurfgeschosses betrifft, so muß dasselbe handlich sein, d. h. von den Fingern der Hand gut umgriffen werden können, und, wenn nur zwischen Daumen und Zeigefinger umfaßt, wenigstens bis zum Beginn der Mittelhand reichen. Auf kleinere, nur mit den Fingerspitzen umfaßte Gegenstände läßt sich die volle Wurfkraft des Armes nicht mehr ganz übertragen. Was die Schwere des Wurfgeschosses betrifft, so wird dieselbe Kraft einem leichteren Wurfgerät zwar auch eine größere Anfangsgeschwindigkeit mitteilen, indes wächst mit der geringeren spezifischen Schwere auch der Luftwiderstand. Einen spezifisch sehr leichten Gegenstand, z. B. einen Papierballen, weit zu werfen, ist auch mit der größten Kraftanstrengung nicht möglich, während eine gleich große um das vielfache schwerere Bleikugel, mit gleicher Wurfkraft abgeworfen, weithin die Luft durchfliegt. Einen platten festen Stein in Form einer runden

Scheibe, den man bequem mit Daumen und Zeigefinger zangenförmig umfaßt und der vermöge seiner Form wenig Widerstand durch die Luft findet, indem er sie leicht durchschneidet, wird man weiter werfen können, als einen gleich schweren hohlen Ball. Als Übung hat der Wurf eines kleinen leichteren Wurfgeräts, z. B. eines kleinen

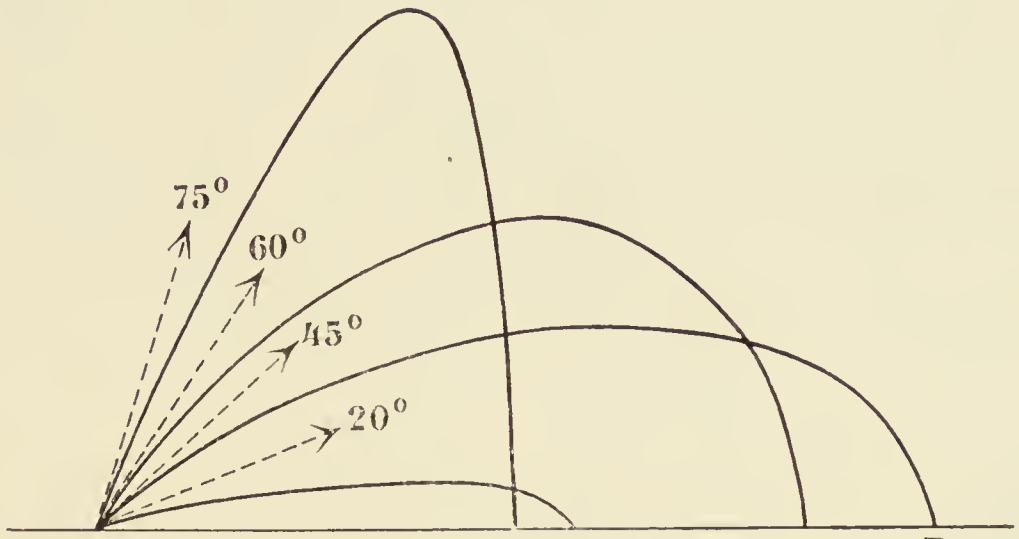


Fig. 483. Flugbahnen für verschiedene Würfe schräg aufwärts mit gleicher Wurfkraft, aber verschiedenem Erhöhungswinkel.

etwa 100 gr schweren Schlagballs, natürlich dieselbe Berechtigung, wie das Schleudern eines 2 Kilogramm schweren Schlenderballs, oder das Stoßen eines 17 Kilogramm schweren Steins.

§ 320. Arten des Wurfs.

Arten des Wurfs.

Die verschiedenen auf unsern Übungsplätzen üblichen Arten des Wurfs lassen sich in mannigfacher Weise einteilen. Für den praktischen Bedarf ist es am einfachsten, je nach Art des Wurfgeräts (Ger- und Lanzenwerfen; Ballwerfen; Ballschleudern; Kugelwerfen; Steinstoßen usw.), die verschiedenen Würfe abzuhandeln. Nach der Form der Bewegung unterscheiden wir aber vor allem zwei Arten des Wurfs: nämlich den Stoßwurf und den Schwungwurf.

Stoßwurf.

Beim Stoßwurf erfolgt der Wurf geradlinig, d. h. das Wurfgerät wird nach einer ausholenden Vorbewegung in der Richtung des Wurfs bewegt, und fliegt, losgelassen, in der Richtung dieser Wurf- oder Stoßbewegung einfach weiter. (Fig. 485.) Zum Stoßwurf gehörig ist der Schockwurf. Der Unterschied ist der, daß beim Stoßwurf im engeren Sinne das Wurfgerät mit emporgehobenem Arm mindestens in Schulterhöhe, in Augenhöhe oder gar über dem Kopfe hinweg nach vorwärts oder vor- und aufwärts (den Tiefwurf können wir außer Betracht lassen) gestoßen oder geworfen wird, während beim Schockwurf der Wurfarm herabhängt, und das Wurfgerät nach vorgängiger ausholender Bewegung — die, wie beim Stoßwurf, den Teil eines Kreisbogens darstellt — etwa in der Höhe der Körpermitte oder etwas darüber geradlinig fortgestoßen oder geworfen wird.

Schockwurf.

Schlenderwurf

Beim Schlenderwurf macht der Arm mit dem Wurfgeschoß eine kreisförmige Bewegung, und giebt während dieser Kreisbewegung das Wurfgerät frei, so daß es in der Richtung der Tangente des Schwungkreises weiterfliegt. Eine haarscharfe Trennung zwischen Stoß- und Schlenderwurf findet durchaus nicht immer statt, indem bei Würfen, welche an sich den Charakter des Schlenderwurfs tragen, der

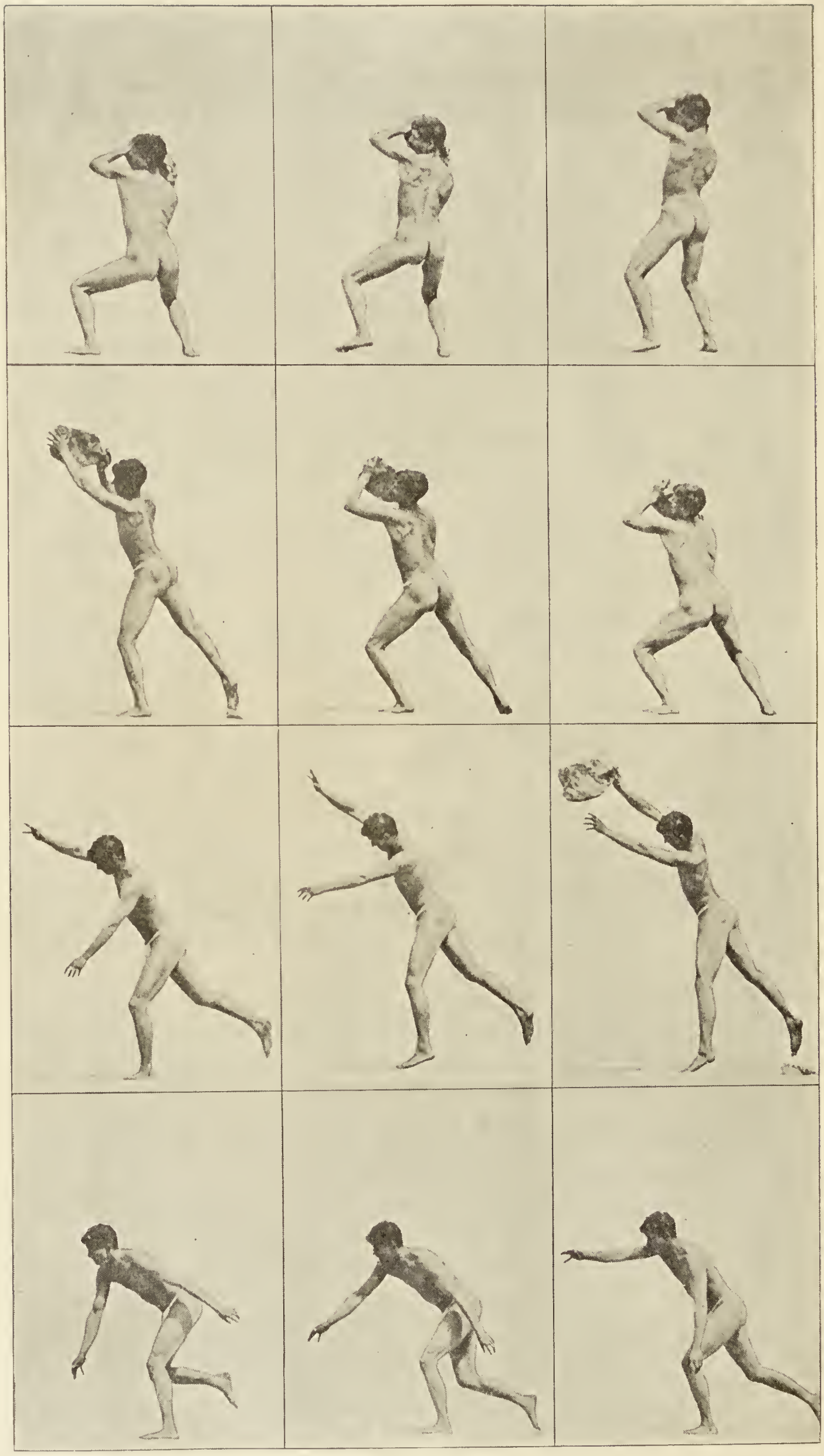


Fig. 484. Stoßwurf mit einem schweren Stein. — Nach einer Reihenaufnahme von O. Anschütz.

Wurfarm der Richtung der Tangente ein Stück mit folgt, und dann erst das Wurfgeschoß frei wird, d. h. der Wurfarm fügt dem Schwung noch eine kurze stoßartige Bewegung bei.

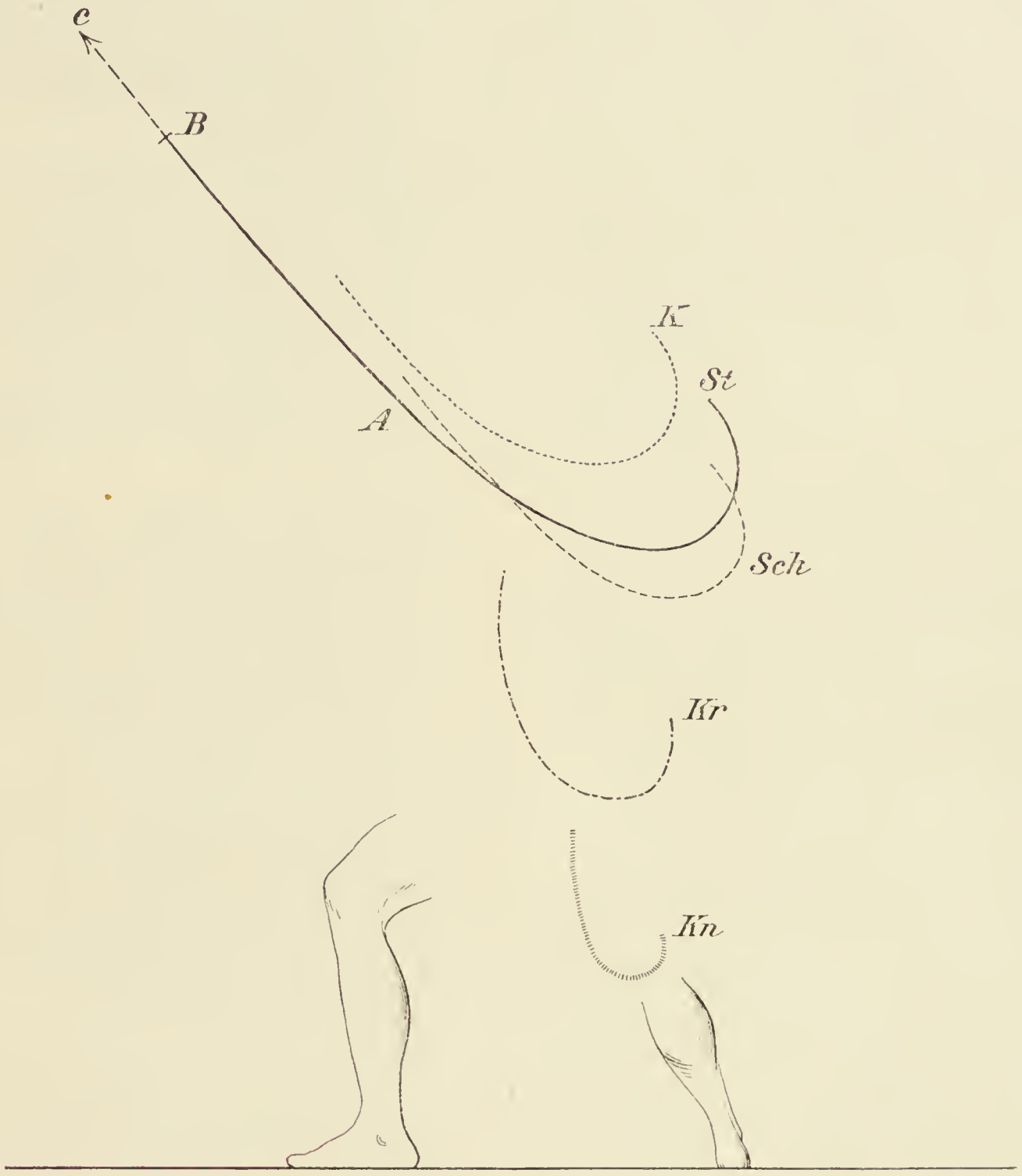


Fig. 485. Bewegungskurven beim Stoßen eines schweren Steins nach photographischer Reihenaufnahme ermittelt. — K Kurve der Kopfbewegung, St des Steins, Sch der Schulter des Wurfarms, Kr der Mitte des Kreuzbeins, Kn der Kniescheibe. Anfangsstellung der Beine ist mit angegeben. Man sieht an allen den betreffenden Punkten die anfängliche ausholende Bewegung in Form eines Kreisbogens (Senkung des Körpers); von da ab geht die Bewegung vor- und aufwärts in die Richtung des Wurfgeschosses AB. In B wird das Wurfgeschoß vom gestreckten Arm freigegeben und fliegt geradlinig in der Richtung c weiter

§ 321. Der Stoßwurf.

Der Stoßwurf.

Beim Stoßwurf wird also durch eine geradlinige stoßende Bewegung dem zu werfenden Wurfgerät eine Bewegung derart erteilt, daß es, sobald es freigegeben ist, mit der empfangenen lebendigen Kraft genau in der Richtung der Stoß- oder Wurfbewegung weiterfliegt. Soll die Wurfbewegung eine möglichst ausgiebige sein und dem Wurfgeschoß eine starke Wurfkraft erteilt werden, so müssen die Muskeln, welche die Wurfbewegung bewirken, unter möglichst günstigen Bedingungen arbeiten können, d. h. mit der Vollkraft der ersten heftigen Verkürzung aus dem Zustand größtmöglicher Dehnung heraus. Eben weil es sich beim Wurf um eine ganz augen-

blickliche Höchstleistung der Muskeln handelt, ist hier auch, wie kaum noch bei einer andern Leibesübung, ein richtiges Ausholen von großer Wichtigkeit, ja für die Ausgiebigkeit des Wurfs mit entscheidend. Derjenige Muskel nun, welcher in der Hauptsache den Arm im Schultergelenk in der Richtung von hinten nach vorn schleudert, ist der große Brustmuskel. Der gegensinnig wirkende Muskel, welcher das Schulterende des Arms nach hinten und unten zieht, und damit den großen Brustmuskel vor allem zum Ausholen spannt, ist der breiteste Rückenmuskel.

Ausholen beim Wurf.

Beim Wurf beteiligte Muskeln.

Das durch die plötzliche Zusammenziehung des großen Brustmuskels bewirkte Vorschleudern des Armes zum Wurf und Stoß wird weiterhin fortgesetzt und ausgiebiger gestaltet durch heftige Streckung im Ellbogengelenk, vor allem mittels des dreiköpfigen Armstreckers. Ist das Wurfgerät groß, so daß es mit beiden Händen gefaßt werden muß, dann vollzieht sich die Wurf- und Stoßbewegung vorwärts, wenn das Wurfgerät vor die Brust oder vor den Kopf gebracht ist und von hier aus vorwärts geworfen wird, vorzugsweise nur mit den Streckmuskeln des Armes. Der Stoß ist nur ein kurzer, besitzt geringere Wucht und trägt nicht weit. Ein gleiches ist der Fall, wenn das Wurfgerät mit beiden Händen über den Kopf gehoben und von hier nach vorwärts abgeworfen wird. Anders wenn in diesem Falle die Wurfrichtung nach vor- und abwärts geht. In diesem Falle wird beiderseits der große Brustmuskel wieder voll wirksam und giebt dem Wurf in der Richtung nach unten eine große Wucht. Daher ein schwerer Stein, der möglichst weit vorwärts fliegen soll, von einem Arm geworfen wird; ein schwerer Stein aber, der mit aller Wucht gegen den festen Boden fliegen soll, um ihn zu zerschmettern, stets gleichzeitig von beiden über dem Kopf hochgehobenen Armen abwärts geschleudert wird.

Wurf mit beiden Armen.

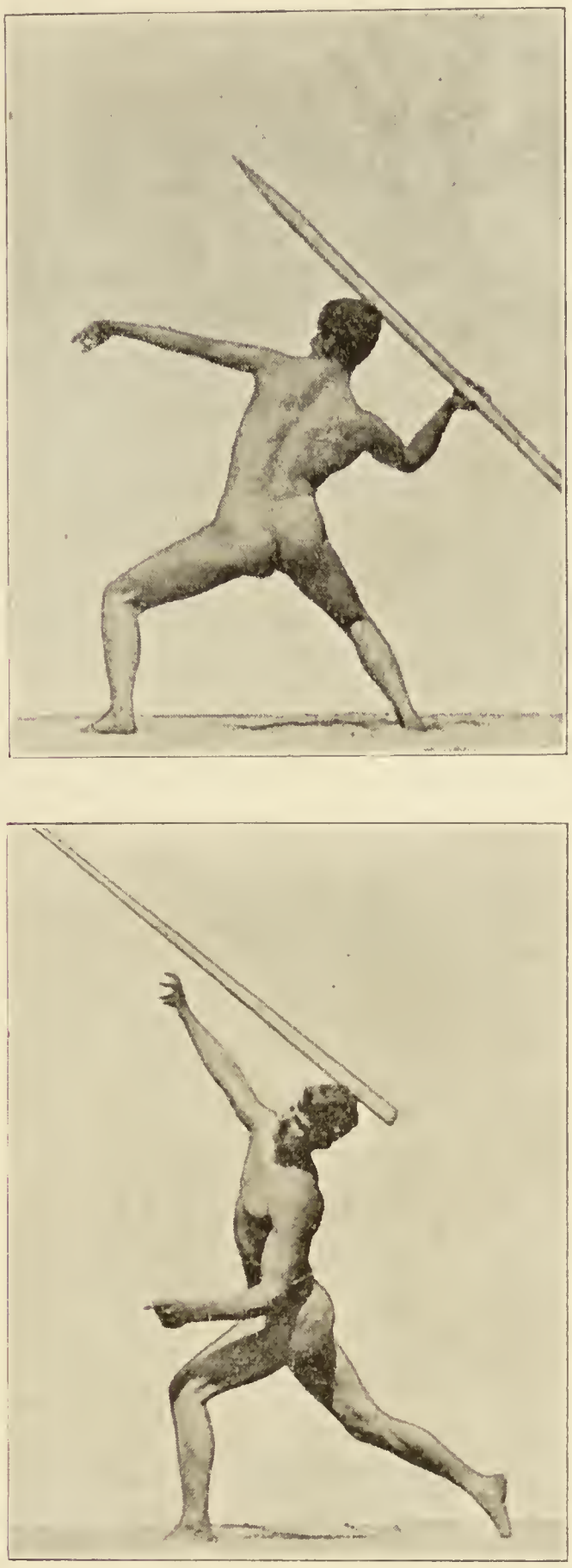
Wurf mit einem Arm.

Anders wenn die Last des Wurfgeräts nur einem Arm übertragen wird, während der andere unbelastete Arm lediglich zur Gleichgewichtserhaltung des Körpers dienliche Bewegungen macht, oder, wenn es sich um ein besonders umfangreiches, mit der Wurfhand allein kaum zu haltendes Wurfgeschoß handelt, dieses auf der Wurfhand im Gleichgewicht hält, und zwar in einer Lage, in welcher die Stoßwirkung sich am wirksamsten dem Wurfgeschoß mitteilt. In der beigefügten Reihenaufnahme des Steinstoßes (Fig. 484) ist dies sehr schön zu ersehen.

Um die Brustmuskeln des Wurfarmes ausholend zu spannen, wird deshalb der Wurfarm, namentlich durch Zusammenziehung des breitesten Rückenmuskels, seitlich vom Körper stark nach hinten geführt und der Arm zugleich im Ellbogengelenk gebeugt zur ausholenden Spannung der Strecker. Umfang und Wucht der Stoßbewegung werden aber noch wesentlich verstärkt durch eine Reihe von Hilfsbewegungen. Diese sind: 1. eine Drehung des Rumpfes um seine Achse nach der Seite des Wurfarmes zu; 2. eine seitliche Biegung des Rumpfes entgegengesetzt der Wurfrichtung. Diese beiden Rumpfbewegungen bringen die Schulter des Wurfarmes möglichst nach hinten und unten und verstärken durch heftige Streckung des Rumpfes und Drehung nach vorne im Augenblick der Wurfbewegung den Umfang der letzteren. Dasselbe bezweckt 3. eine Beugung der in Auslagestellung befindlichen Beine im Hüft- und Kniegelenk, namentlich des hinteren, dem Wurfarm gleichsinnigen Beines, auf welches das ganze Schwergewicht des Körpers übertragen wird. Der Fuß dieses Beines steht rechtwinklig zur Wurfrichtung, der Fuß des vorderen, unbelasteten, vor dem Wurf oft mit der Ferse leicht gelüfteten Beines ist dagegen genau in die Wurfrichtung gestellt. Dadurch, daß das hintere Bein im Augenblick des Wurfes eine heftige Streckung, also eine sprungartig schnellende Bewegung — so daß im Augenblick des Abstoßens thatsächlich der Fuß vom Boden abgestoßen wird — ausführt, hilft es wesentlich, den Rumpf in der Richtung nach vorn und oben zu werfen.

Hilfsbewegungen des Rumpfes und der Beine.

So werden also an dem Stoßwurf zahlreiche Muskeln der Arme, der Brust,



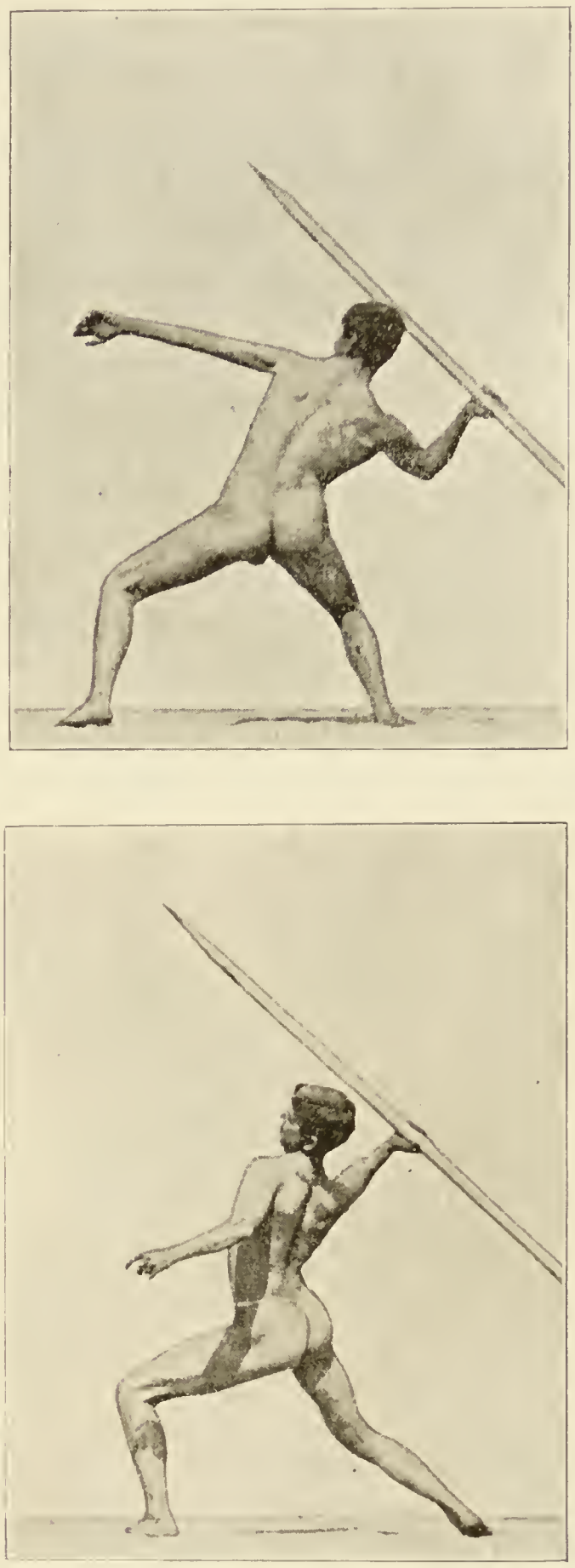


Fig. 486—491. Speerwurf. — Sechs Momente aus einer Reihenaufnahme von O. Fischer.

der Schulter, des Rumpfes und der Beine beteiligt, welche alle im gegebenen Augenblick zu einer einzigen plötzlich erfolgenden heftigen Bewegung zusammenwirken.

Streckung des seitlich gebogenen Rumpfes und Vierteldrehung desselben um seine Achse; Werfen der nach hinten und unten gebrachten Schulter weit nach vorn und oben; gleichzeitiges Schleudern des in Ellbogen und Handgelenk bis zu den Fingerspitzen hin sich streckenden Armes nach vorwärts in die Wurfrichtung; sprungartige Streckung des hinteren tief gebeugten Beines, die wuchtig genug ist, um den Fuß vom Boden ab hoch zu schnellen, mit plötzlicher Übertragung der Schwerlast des Körpers von dem hintern auf das vorgesetzte Bein — alles dies vollzieht sich in einem Zuge. Die gesamte Rumpflast wird gewissermaßen in der Flugrichtung eine Strecke weit mitgeworfen und würde nach vorn nachstürzen, wenn nicht das vorgesetzte Bein, im Knie sich beugend, in ähnlicher elastischer Weise, wie dies beim Niedersprung der Fall ist, den Fallstoß aufnimmt und dessen Wucht abschwächt. So gewinnt der Körper Halt und kann sich wieder aufrichten.

Aber nicht nur vorwärts fliegt der Körper, sondern die Wucht der Bewegung auf nur einer Körperseite, während die andere Körperseite an der eigentlichen Wurf-

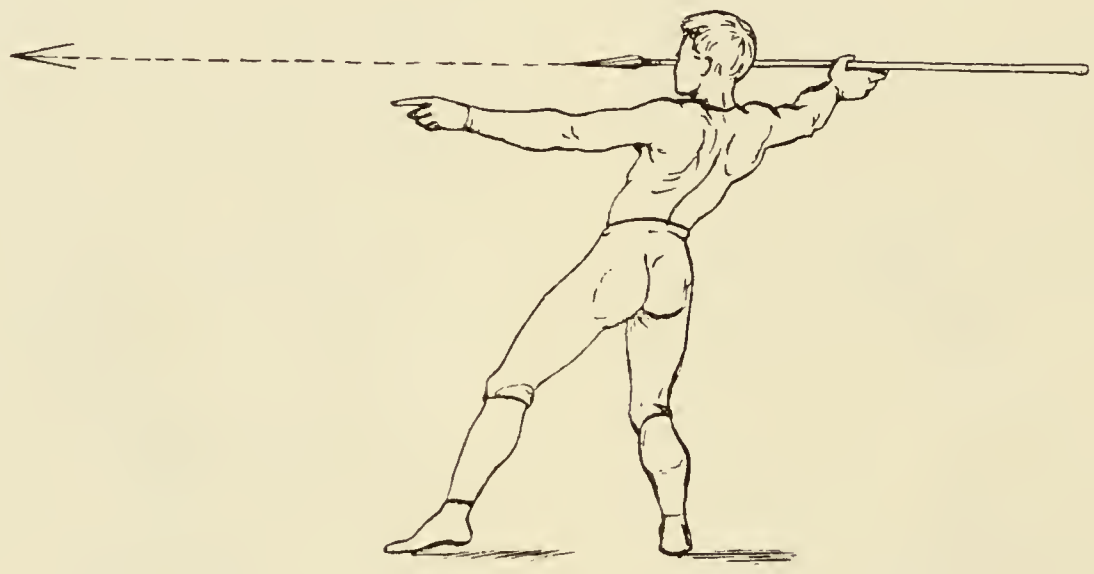


Fig. 492. Kernwurf.

bewegung nicht beteiligt ist, bringt eine Achsendrehung des Körpers nach der unbeteiligten Körperseite hin zu stande. Dieselbe tritt besonders schön in den Reihenaufnahmen Fig. 486—491 und 497—512 zu Tage.

Anlauf beim Stoßwurf.

Der Stoßwurf auch mit schwererem Gewicht wird in seiner Ausgiebigkeit gefördert, wenn einige sprungartige Anlaufschritte dem Wnrf vorausgehen und dem Körper eine gewisse lebendige Kraft in der Richtung nach vorwärts bereits verleihen. Allerdings gehört eine besondere Übung dazu, um die durch den Anlauf erzielte Bewegung nach vorwärts auch unverzüglich im rechten Augenblick zum Wurf auszunutzen.

Werfen mit Speer, Lanze usw.

Außer bei schwerem umfänglichen Wurfgerät, wo von einer schleudernden Bewegung keine Rede sein kann, und das Schocken vom herabhängenden Wurfarm aus viel zu wenig vorwärts tragen würde, wird der Stoßwurf stets angewendet beim Wurf mit langem stabartigen Wurfgeschoß, also mit dem Speer, dem Ger, dem Eisenstab usw.

Nach der Richtung, welche hierbei dem Wurfgerät mitgeteilt wird, unterscheidet man Kern- und Bogenwürfe.

Kernwurf.

Der Kernwurf (Fig. 492) ist auf ein bestimmtes Ziel derart gerichtet, daß die Spitze des Wurfgeschosses in möglichst geradliniger Flugbahn das Ziel trifft. Meist handelt es sich dabei um ein in Manneshöhe oder wenig darüber befindliches Ziel, und die Wurfbahn ist horizontal gerichtet. Man wendet also den Kernwurf vor

allem an beim Zielwurf nach der Scheibe, nach dem Pfahlkopf, beim Wurf durch einen Ring usw. Da bei horizontal gerichtetem Wurfgeschoß die Flugbahn von Beginn an den ansteigenden Ast einer, wenn auch bei kräftigem Wurf außerordentlich flachen, Parabel darstellt, so wird bei rein horizontalem Wurf selbst auf kurze Entfernungen das Wurfgerät schon etwas unterhalb des ins Auge gefaßten Ziels an-

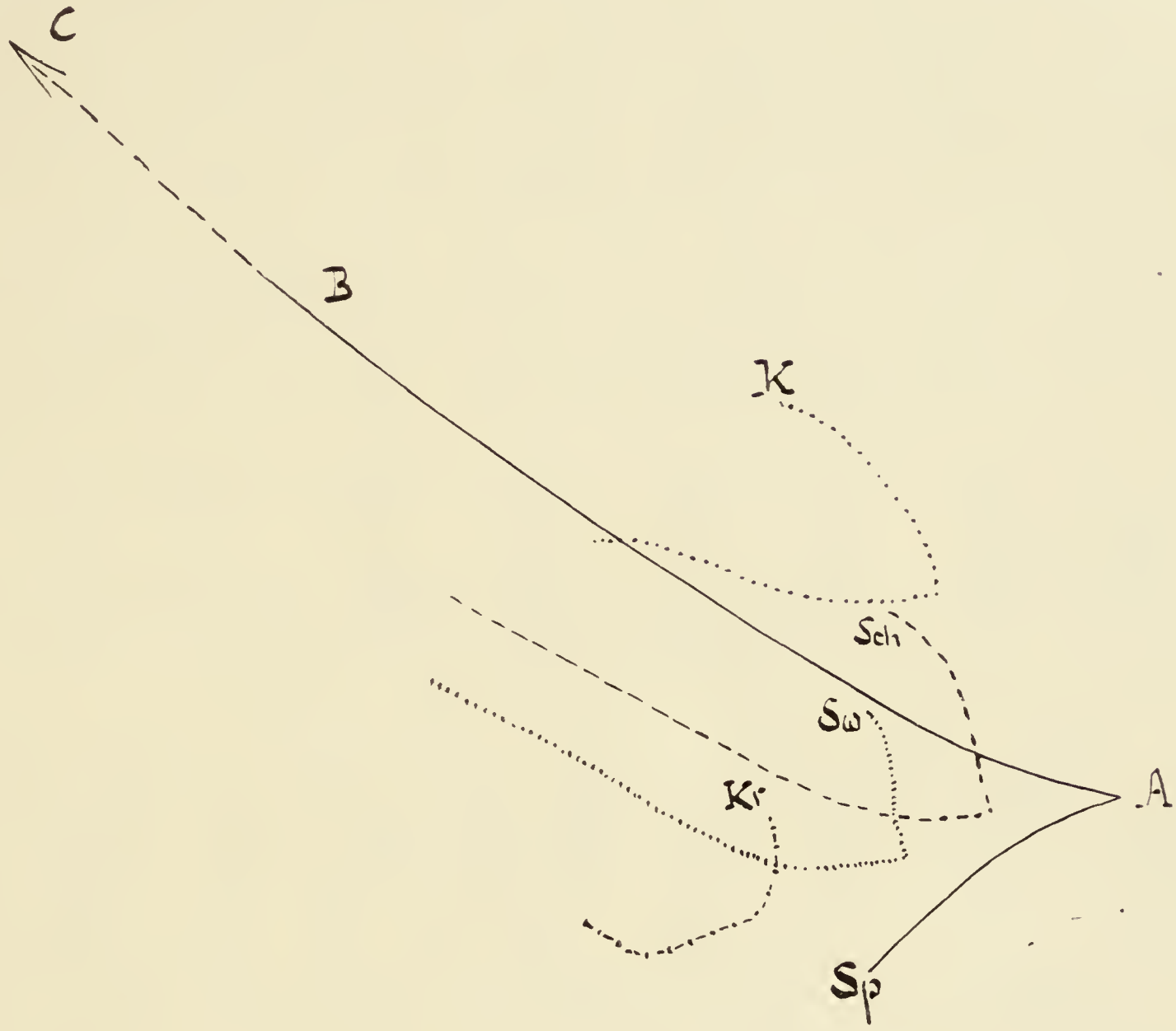


Fig 493. Bewegungskurven des Speerwurfs nach photographischer Reihenaufnahme. — K Kopf (Scheitel); Sch Schulterhöhe des Wurfarms; Sw unterer Schulterblattwinkel des Wurfarms; Kr Kreuzbeinmitte; F der hinten aufgesetzte Fuß bei der Ausgangsstellung; Sp mit der Hand gefaßter Schwerpunkt des Speers. — Der Speer ist erst gesenkt gehalten (Punkt Sp); SpA ausholende Bewegung nach oben und hinten, von da bis B Fortbewegung in die Wurfrichtung. Der Speer in B freigegeben, fliegt in der Richtung nach C weiter. Die Kurven der Kopf- und Schulterbewegung zeigen schön die ausholende Bewegung des Körpers und das Werfen desselben in die Flugrichtung des Geschosses.

kommen. Dies um so mehr, je weiter die Entfernung des Werfenden vom Ziel. Daraus ergiebt sich für die Übung des Kernwurfes als Zielwurf folgendes:

1. Das Ziel, nach welchem geworfen werden soll, darf nicht weitab vom Werfenden liegen. Andernfalls ist der Bogenwurf zu wählen, mit welchem indes ein

bestimmtes Ziel zu treffen schon recht schwierig ist. Nur eingehende Übung mit demselben Wurfgeschoß auf ein stets gleich weites Ziel giebt hier einige Sicherheit im Treffen.

2. Der Zielpunkt muß etwas höher genommen werden. Bestimmte Maße sind nicht zu bestimmen, da die Wurfkraft verschieden groß. Hier kann auch nur häufige Übung und Erfahrung auf dem Übungsplatze richtige Abschätzung gewähren.

3. Am vorteilhaftesten für den Kernwurf ist es, wenn das Ziel nicht in gleicher Höhe mit der Schulter des Werfenden sich befindet, sondern etwas höher gelegen ist, so daß die Wurfrichtung nicht von vornherein eine genau horizontale ist. Die Abweichung nach unten wird für einen bestimmten Teil der Flugbahn dann nicht so groß sein, als dies beim rein horizontal gerichteten Wurfe der Fall ist.

Der Bogenwurf mit der Lanze oder dem Ger wird stets da mit Vorteil angewendet, wo es nicht darauf ankommt, mit der Spitze des Wurfgeräts ein bestimmtes Ziel zu treffen, sondern wo es sich darum handelt, möglichst in die Weite zu werfen. Um das Ausholen möglichst schwunghaft zu gestalten, wird der in seinem Schwerpunkt gehaltene Speer oder der kleine Ball mit gesenktem Arme und entgegen der Flugrichtung gebeugtem Rumpfe erst nach hinten und oben geführt, um dann vom günstigsten Punkte des Ausholens in einem Zuge nach vor- und aufwärts geworfen zu werden (s. Kurven Fig. 493).

Zur Verstärkung des Wurfes und um dem Wurfgerät eine Drehung um seine Längsachse zu erteilen — ähnlich wie der Kugel durch die Züge des Gewehr- oder Geschützlaufes eine kräftige Achsendrehung beim Fluge mitgeteilt ist —, kann am Schaft des Speers, hinter dem Schwerpunkt desselben, ein schlingenförmiger, um den Schaft gewickelter Riemen angebracht sein, in dessen Schlinge ein oder mehrere Finger der Wurfhand eingreifen und zugleich mit dem Abwurf das Wurfgerät loslassen. Die letzterem dadurch erteilte drehende Bewegung hilft den Widerstand der Luft wesentlich verringern und macht die Flugbahn geradliniger oder gestreckter und damit länger.

Wird der Bogenwurf als Zielwurf ausgeführt, so muß die Spitze des Gers oder des Speers die nötige Schwere gegenüber dem leichteren Schaft besitzen, so daß der Schwerpunkt des Wurfgeschosses mehr nach vorn liegt. Nur so wird die Spitze immer voraus fliegen und die Achse des Speeres immer mit dem Weg der Flugbahn gleichgerichtet bleiben.

Der Schockwurf.

§ 322. Der Schockwurf. (Siehe S. 524 und 525.)

Der Schockwurf unterscheidet sich vom Stoßwurf im engern Sinne dadurch, daß der Wurfarm gesenkt bleibt. Die Hand mit dem Wurfgeschoß wird erst zum Ausholen schwunghaft nach hinten geführt, dabei den Teil eines Kreisbogens beschreibend, und dann denselben Weg zurück, also zunächst auch eine Kreisbewegung machend, nach vorn. Würde der Wurf nur aus dem Arm heraus erfolgen, während der Körper im übrigen unbewegt bliebe, so müßte das Wurfgeschoß, während der Kreisbewegung des Arms losgelassen, einfach in der Richtung der Tangente weiterfliegen, und wir hätten einen — wegen der Kleinheit des Schwunges — wenig kraftvollen Schleuderwurf. Dadurch aber, daß der zurückgebeugte Rumpf gerade in diesem Augenblick aufgerichtet, die Schulter des Wurfarmes nach vorn und oben geworfen und ferner das zurückgestellte gebeugte hintere Bein kraftvoll und sprungartig schnellend gestreckt wird, wird die Wurfhand mit dem Wurfgeschoß in der Richtung der Tangente, d. h. des Wurfs, geradlinig fortgetrieben. Der anfänglichen Schwungbewegung gesellt sich

also die geradlinige Stoßbewegung hinzu, und der Schockwurf wird damit ein Stoßwurf.

Bei manchen Schockwürfen ist diese Grenze nicht scharf zu ziehen — der Schockwurf nimmt daher vielfach eine Mittelstellung zwischen Schwungwurf oder Schleuderwurf und Stoßwurf ein. —

Dem Wurfgeschoß mitgeteilte Drehung.

Ist das Wurfgeschoß eine Kugel (Ball, Kegelkugel) oder eine runde Scheibe (z. B. Diskusscheibe), so vermag beim Freigeben des Wurfgeschosses die Hand, indem sie das Wurfgeschoß über die Handfläche und die gestreckten Finger, namentlich Zeige- und Mittelfinger, rollen läßt und mit den übergestreckten Fingerspitzen im Augenblick des Loslassens eine kurze schnellende Beugebewegung ausführt, die Kugel oder Scheibe in eine rollende Bewegung um ihre Achse während des Fliegens zu versetzen.

Beinstellung beim Schockwurf.

Beim Stoßwurf mit schwerem Wurfgeschoß (Stein oder Eisenkugel), ebenso beim Stoßwurf mit Lanze oder Ger erfordert schon die rechte Unterstützung des Schwerpunktes beim Ausholen, daß das dem Wurfarm *gleichsinnige* Bein *nachgestellt* und tief gebeugt ist und durch seine sprungartige Streckung während des Wurfes

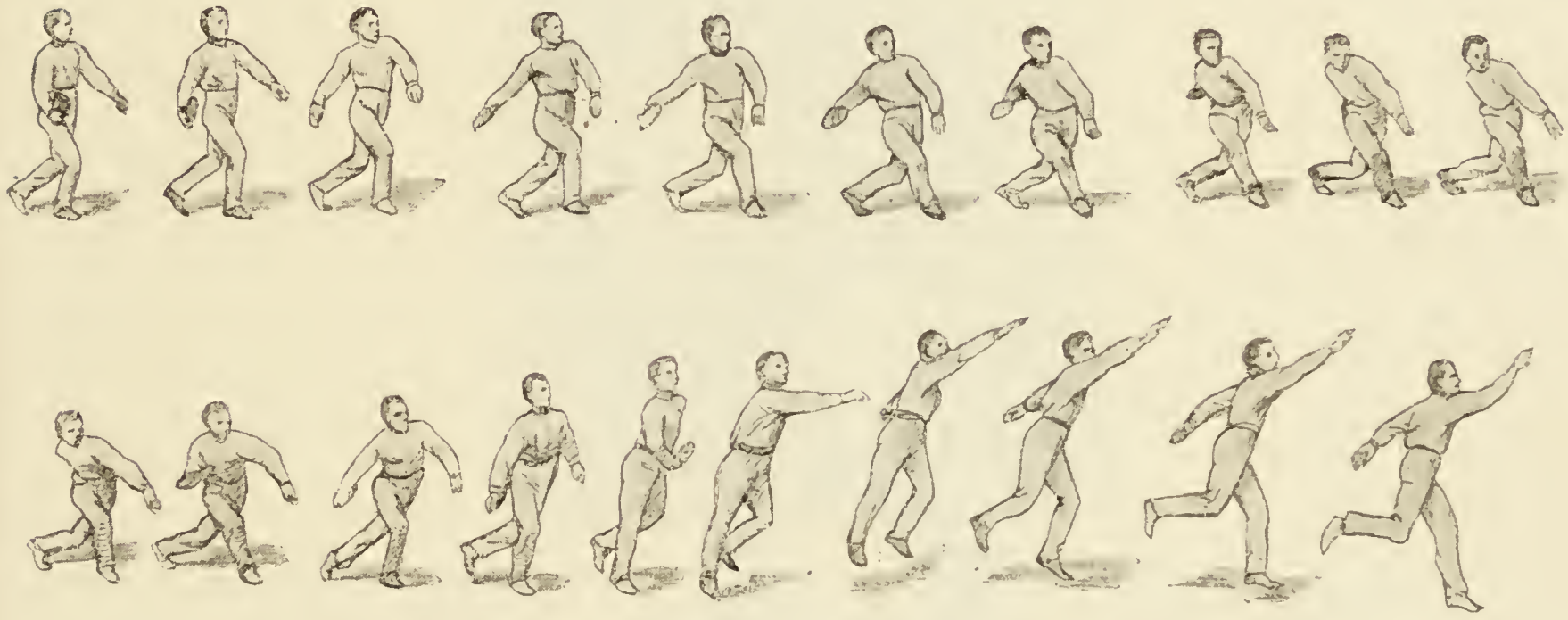


Fig. 494. Diskuswurf. Nach einer Reihenaufnahme von Prof. Dr. Kohlrausch.

selbst die Schulter des Wurfarmes nach vorn und oben werfen hilft. Ebenso ist beim Schockwurf mit mittelschwerem oder leichterem Wurfgeschoß (größerer Ball, Kegelkugel usw.) in der Regel das dem Wurfarm gleichsinnige Bein zurückgestellt, und der Schwerpunkt wird erst zu Ende der eigentlichen Wurfbewegung auf das vordere Bein übertragen, welches dabei den mit der Wucht des Wurfes nach vorne erfolgenden Stoßfall des Körpers aufhält.

Schraubenförmige Drehung beim Wurf.

Es kann aber auch der Schockwurf so erfolgen, daß das dem Wurfarm gleichsinnige Bein in Beugung *vorgestellt* ist. Diese Stellung ermöglicht, wie die Reihenaufnahme eines Diskuswurfes Fig. 494 sehr schön zeigt, daß der Rumpf mit dem Wurfarm auf den Hüftgelenken unter Kreuzung der Beine außerordentlich stark zum Ausholen nach hinten gedreht werden kann. Dabei wird zugleich der Rumpf gebeugt und der ganze Körper stark gesenkt. Und nun aus dem tiefsten Punkt des Ausholens heraus macht der Körper eine schraubenförmige Drehung zurück nach vorn und aufwärts, die entsprechende Wurfbewegung des Armes ungemein verstärkend. So groß ist die Wucht dieses in einer Schraubenlinie erfolgenden Drehschwunges, so heftig die plötzliche Streckung des vorher tief gebeugten Wurfbeines, daß der Körper, hochgestreckt, dem Wurfgeschoß nach vom Boden erhoben und mit in die Höhe ge-

rissen wird, um dann auf das nunmehr vorschwingende bisher hintere Bein wieder zum Boden zu gelangen.

Diskuswerfer nach Myron.

Diese Art des Wurfes wurde bei den Griechen zweifellos geübt. Auch der bekannte Diskuswerfer nach Myron hat das dem Wurfarm gleichsinnige Bein vorgesetzt; auch hier findet sich die Achsendrehung des Rumpfes und die dadurch hervorgerufene merkwürdige Zwangsstellung des hinteren auf dem Zehenrücken stehenden Beines. Man braucht die Myronsche Figur nur mit diesen Aufnahmen

Fig. 495. Diskuswerfer nach Myron. (Nach einer Statuette im Bonner Altertums-Museum.)

Kohlrauschs eingehender zu vergleichen, um über die Art des hier dargestellten Wurfes nicht im unklaren zu bleiben. Der Myronsche Diskuswerfer stellt eben nur einen Moment — Ausholen zum Wurf — eines solchen mit schraubenförmiger Drehung des Körpers ausgeführten Wurfes dar. Daher ist es auch so außerordentlich schwierig, ja fast unmöglich, diese Stellung des Diskuswerfers von einem lebenden Modell genau wiedergeben und das Modell in dieser Stellung beharren zu lassen. Man darf dabei nicht vergessen, daß auch das geübteste Künstlerauge — und den griechischen Künstlern war selbst für die heftigsten Bewegungen eine wunderbare Schärfe des Beobachtens und des Darstellens eigen — doch so flüchtige Augenblicke, wie sie in der photographischen Reihenaufnahme eines Wurfs zu Tage treten, wo die in einer Sekunde etwa erfolgende Bewegung in 20 und mehr aufeinanderfolgenden Bildern festgelegt ist, unmöglich mit voller Treue wiedergeben kann.

Übrigens zeigen die alten Bildwerke, daß diese Art des Diskuswurfs durchaus nicht ausschließlich, ja vielleicht nicht einmal vorwiegend bei den Griechen geübt wurde. Auf einer Reihe antiker Darstellungen wird der Diskuswurf als Schockwurf so ausgeführt, daß das dem Wurfarm gleichsinnige Bein in Beugung zurückgestellt ist. So wird auch auf unsern Übungsplätzen meist geworfen. Zum Vergleich mit dem Myronschen Diskuswerfer sei hier die Augenblicksaufnahme des meisterhaften Wurfes des Amerikaners Garret (Athen 1896) wiedergegeben, welcher mit dem einfachen

Fig. 496. Diskuswurf als Schockwurf: Garret, Athen 1896.
Aus Schnell, Die Übungen des Laufens, Springens, Werfens im Schulturnen, Leipzig 1898.

Schockwurfe eine Wurfweite von 29,05 Metern erreichte und damit erster Sieger blieb. Heute sind übrigens auf amerikanischen Sportplätzen bereits Würfe über 37 Meter erreicht.

§ 323. Der Schwung- oder Schleuderwurf.

Schwung- oder Schleuderwurf.

Beim Schwung- oder Schleuderwurf beschreibt der Arm mit dem Wurfgerät eine Linie, welche einen mehr oder minder großen Teil eines Kreisbogens, ja sogar einen ganzen oder mehrere Kreise nacheinander darstellt. Das Zentrum dieser Kreisbewegung wird vom Schultergelenk gebildet, oder genauer gesagt, entspricht der Lage des Schultergelenks, denn thatsächlich beschreibt der schwingende Arm mit dem Schultergelenk als Zentrum keinen Kreis sondern eine Trichterfläche. Der Arm ist dabei gestreckt. Durch diese Kreisbewegung wird dem Wurfgeschoß eine starke Bewegung mitgeteilt: freigegeben fliegt das Geschoß mittels der erhaltenen Zentrifugalkraft in der Richtung der Tangente weiter. Der Augenblick des Freigebens des Geschosses an irgend einem Punkte der Kreislinie bestimmt demnach die Anfangsrichtung der Flugbahn. Wird das Geschoß in dem Augenblicke freigegeben, wo der Arm als Radius der Kreisbahn eines Schwunges in einer senkrecht zur Hori-

Richtung der Flugbahn.

6 5 4

10 9

16 15 14

Fig. 497—512. Schockwurf mit einer diskusähnlichen Wurfscheibe.

3 2 1

8 7

13 12 11

Nach einer Reihenaufnahme von O. Anschütz.

Schwungkreis in einer zur Horizontalen senkrecht gestellten Ebene.

zontalen stehenden Ebene senkrecht nach unten gerichtet ist, die Hand also am tiefsten Punkte des Schwunges sich befindet, so fliegt das Wurfgeschoß genau horizontal ab; wird das Wurfgerät freigegeben in dem Augenblick, wo der Arm im Kreisschwung von unten nach oben herauf parallel der Horizontalen des Bodens sich befindet, so ist die Flugbahn senkrecht nach oben gerichtet (Fig. 513). Wird das Geschoß an irgend einem Punkte des Viertelkreises, der zwischen den beiden genannten Stellungen liegt, freigegeben, so fliegt das Wurfgeschoß schräg aufwärts, und zwar um so flacher, je näher der senkrechten Stellung des Armes, um so steiler, je näher der horizontalen Stellung des Armes der Augenblick des Freigebens erfolgt ist.

Es ist also hier angenommen, daß die Ebene, in welcher der Kreisbogen der Schwungbewegung, ebenso wie deren Tangente, die Flugbahn, liegt, senkrecht zur Horizontalebene des Bodens steht. Ein Kreisschwung in dieser Ebene hat den großen

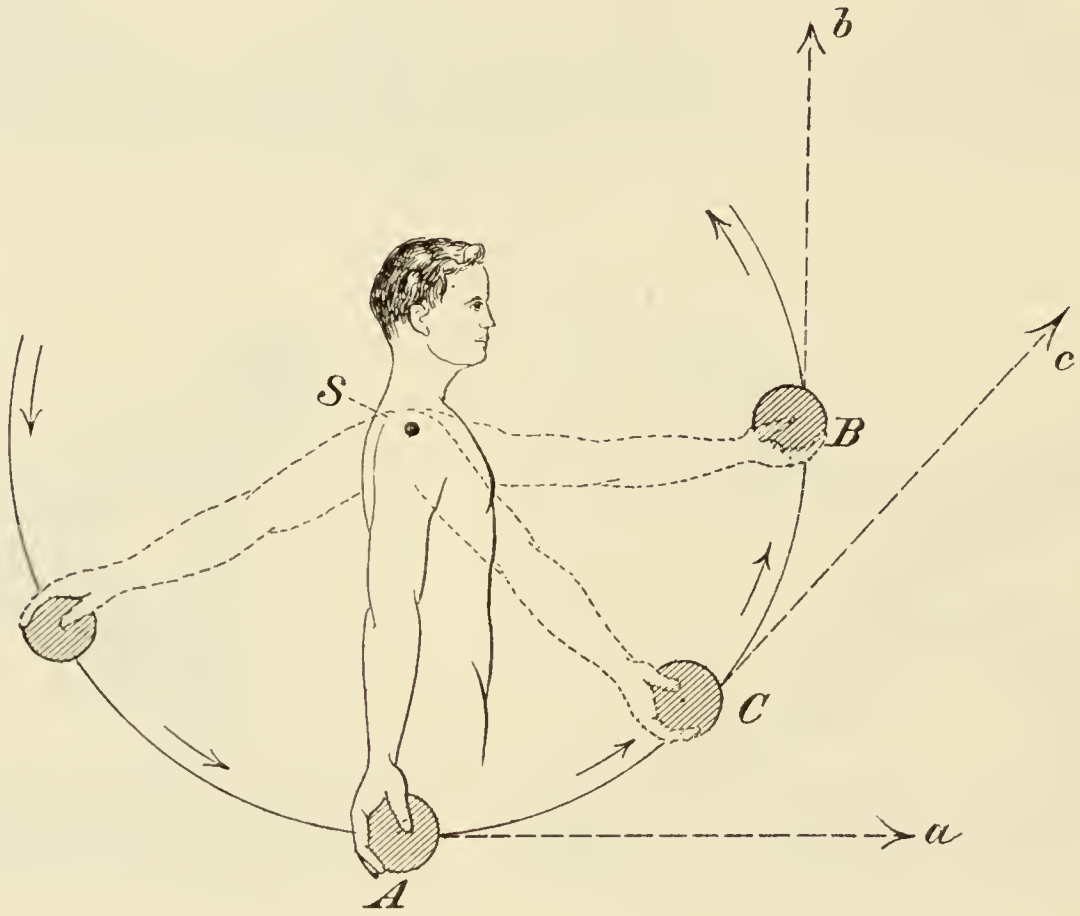


Fig. 513. Schwungwurf in einer zum Boden senkrechten Schwungkreisebene. S = Schultergelenk, das Zentrum des Schwungkreises, der Arm dessen Radius. In A (in der Senkrechten nach unten) freigegeben, fliegt das Wurfgeschoß horizontal nach a; in B (horizontale Lage des Arms) senkrecht in die Höhe nach b; in c schräg nach c.

Vorteil, daß, man mag das Geschoß in einem Erhöhungswinkel zwischen rein horizontaler und rein senkrechter Flugbahn werfen, welchen man will, die Flugrichtung doch in gleicher Richtung geradeaus geht, in der Blickrichtung (Fig. 514).

Schwungkreis in einer zum Boden schiefen oder demselben parallelen Ebene.

Nun ist es aber keineswegs notwendig, die Kreisbewegung des Schwungwurfes nur in dieser Form erfolgen zu lassen. Vielmehr kann dieselbe auch in einer Ebene, die zur Horizontalen schief geneigt ist, liegen, oder gar in einer dem horizontalen Boden parallelen Ebene. Thatsächlich wird in zahlreichen Fällen der Schleuderwurf derart ausgeführt. Dabei zeigt sich aber folgender Unterschied. Bei Schwungwürfen der oben besprochenen Art, wo Schwungkreis und Flugbahn sich in derselben zum Boden senkrecht gestellten Ebene befinden, gehen die in der Richtung nach vorn erfolgenden Würfe sämtlich geradeaus in der anfänglichen Blickrichtung. Eine Rumpf- oder eine Kopfdrehung nach dem Ziel zu ist nicht notwendig.

Bei den Würfen dagegen, bei denen die Ebene, in welcher der Schwungkreis erfolgt, schief zur Bodenfläche liegt, oder eine horizontale Parallelebene darstellt, fliegt das Geschoß nur dann genau in der anfänglichen, auf das Ziel gehenden Blick-

richtung nach vorwärts weiter, wenn es in dem Augenblicke freigegeben wird, wo der vorwärts bewegte Arm, als Radius des Schwungkreises, genau senkrecht zur Blickrichtung geradeaus sich befindet. Dieser Wurf geht zudem nicht aufwärts, sondern genau horizontal. Soll aber bei schräg gerichteter Ebene des Schwungkreises der

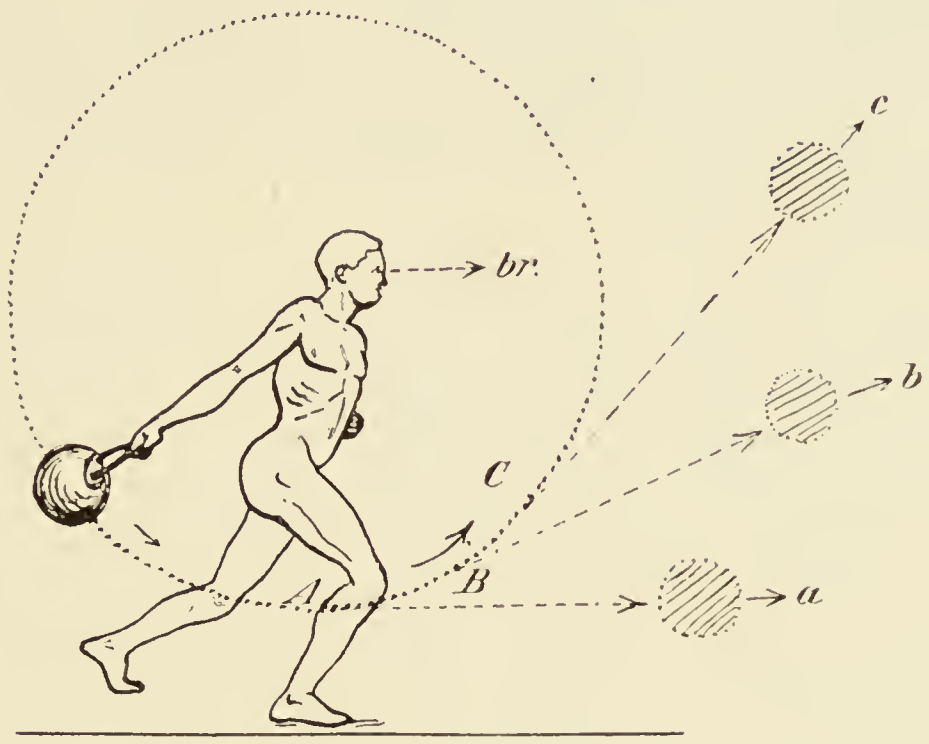


Fig. 514. Schleuderwurf mit zum Boden senkrechter Schwungkreisebene. — Der in A freigegebene Ball fliegt parallel dem Boden in der Richtung nach a; in B freigegeben nach b, in C freigegeben nach c. — br Blickrichtung.

Wurf eine Richtung in mehr oder weniger großem Winkel zur Horizontalen nach aufwärts erhalten — und diese Wurfrichtung ist weitaus am häufigsten beabsichtigt —, soll also in Fig. 515 das Geschoß erst im Punkte A freigegeben werden, so daß es in der Richtung der Tangente xy fliegt: so muß die Blickrichtung geändert und

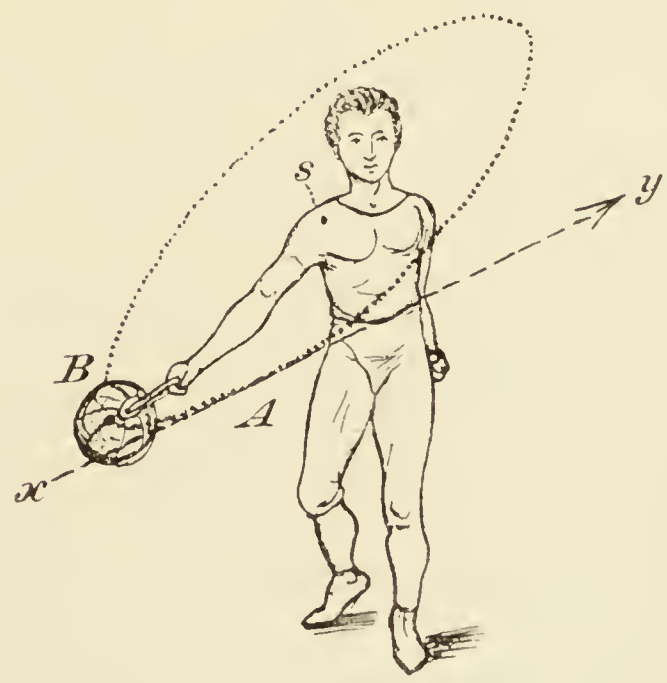


Fig. 515. Schleuderwurf mit schief zum Boden gestellter Schwungkreisebene. S Schultergelenk. In B freigegeben, würde der Ball horizontal geradeaus in der Blickrichtung fliegen, in A freigegeben, fliegt er bereits stark seitwärts in der Richtung xy.

ebenfalls in die Richtung xy gebracht werden, wenn anders das Wurfgeschoß genau im richtigen Augenblick freigegeben und sein Weg mit dem Auge verfolgt werden soll. Wenn die Ebene des Schwungkreises schräg zum horizontalen Boden liegt, so haben also alle Würfe eine andere Richtung. Keiner dieser Würfe, außer dem horizontalen

Wurf, erfolgt genau in der Blickrichtung der Ausgangsstellung. Um aber sicher den Abwurf erfolgen zu lassen und den Weg des fliegenden Wurfgeschosses nicht so über die Schulter hin, sondern mit dem Blick geradeaus gerichtet verfolgen zu können, ist es nötig, daß unter Drehung des Körpers um seine Längenachse — eine Drehung, die entweder nur aus Rumpfdrehung bestehen, oder auch mit einer wirklichen Stellungsänderung verbunden sein kann — der Rumpf dem Kreisschwunge des Armes folgt, so daß in dem Augenblick, wo das Geschoß freigegeben wird, die Flugrichtung desselben und die Blickrichtung geradeaus dieselben sind. Welche Vorteile solche Achsendrehung des Körpers in der Richtung des Schwungkreises außerdem noch besitzt, soll unten erörtert werden.

Achsendrehung des Körpers beim Schwungwurf.

Je nach Art des Wurfs, wie nach Gewohnheit und Übung, bevorzugt man beim Schwung- oder Schleuderwurf bald die eine bald die andere Neigung der Schwungkreisebene. Beim Schleuderballwurf ohne Rumpfdrehen z. B. wird der Ball in einer zum Boden senkrechten Ebene geschwungen. Dies hat den Vorteil, daß der Ball die Richtung geradeaus leicht gewinnt; hat andererseits aber den Nachteil, daß ein ganz unbedeutender Fehler im Freigeben des Balles genügt, um die Wurfweite stark zu beeinträchtigen, indem der Ball bei zu frühem Freigeben ganz flach, bei zu spätem Freigeben in die Höhe fliegt, statt mit einem Erhöhungswinkel von 45° die größtmögliche Weite zu gewinnen (s. o. Fig. 514). Wird, um ein anderes Beispiel zu nennen, ein flacher Stein so geworfen, daß er stark rädelnd über eine stille Wasserfläche weit dahinhüpft, indem er wiederholt beim Berühren der Wasserfläche abprallt, so ist die Ebene des Wurfschwunges eine horizontale, der Bodenfläche parallel. Die zahlreichen, zwischen diesen Extremen liegenden Neigungen der Schwungkreisebene finden bei den verschiedensten Würfen Anwendung.

Der Hauptbewegung des kreisenden Armschwunges gesellen sich, wie beim Stoßwurf, eine Reihe von Hilfsbewegungen hinzu, welche an der zunächst durch zahlreiche Schulter-, Brust- und Rückenmuskeln bewirkten schleudernden Wurfbewegung noch weite Muskelbezirke des Körpers mitbeteiligen. Solche sind:

Hilfsbewegungen beim Schleuderwurf.

a) Bewegung des Armes im Augenblick des Freigebens des Wurfgeräts. In den vorherigen Ausführungen war davon ausgegangen, daß der Arm beim Schleuderwurf als Radius eines Kreisbogens einfach passiv geschleudert werde, und daß das an einem bestimmten Punkte freigegebene Wurfgeschoß mit der durch den Kreisschwung ihm mitgeteilten lebendigen Kraft der Bewegung weiterfliege. Bei Schwungwürfen indes, wo das Wurfgeschoß mit seinem Schwerpunkt in der Hand ruht, und nicht an einer Handhabe gefaßt ist, so daß sein Schwerpunkt, außerhalb der Hand liegend, den Radius des Schwungkreises vergrößert, vollzieht sich das Freigeben desselben so, daß dem Wurfgeschoß noch ein kurzer schnellender Stoß in der Wurfrichtung erteilt wird. Und zwar geschieht dies durch eine schnellende Beugung im Ellbogengelenk, die aber nur ganz kurz erfolgt, indem nach kaum begonnener Beugebewegung eine ebenso heftige Zusammenziehung der gegensinnigen Strecker des Ellbogengelenks der Beugebewegung mit plötzlichem Ruck wieder Halt gebietet, während das Wurfgeschoß mit der empfangenen Bewegung weiterfliegt. Es ist also ein ganz kurzer schnellender heftiger Schlag, welchen der Unterarm ausführt, mit plötzlichem Zuck der betreffenden Muskeln. Die hierdurch bewirkte Erschütterung des Armes wird selbst beim Weitwurf mit kleinem leichten Wurfgeschoß (kleiner Stein; Schlagball oder Cricketball usw.) sehr stark empfunden, selbst bis zu leichter Schmerzhaftigkeit der Armmuskeln hin. Auch im Handgelenk ist eine solche Bewegung zur Verstärkung der Wurfkraft möglich, und wird in gleichem Zuge, wie die Bewegung im Ellbogengelenk, oft mit ausgeführt.

Schnellende Bewegung des Arms.

b) Vorwärtsbewegung des Körpers in der Wurfrichtung durch einen oder mehrere Galopphüpftritte während des Wurfschwunges. Diese Vorwärtsbewegung gleichzeitig mit dem Kreisen des Armes wird vor allem dann angewendet, und fördert durch Vergrößerung des Kreisschwunges (oder mehrerer Kreisschwünge) die Wurfkraft, wenn die Ebene, in welcher das Kreisschwingen erfolgt, senkrecht zur Horizontalebene des Bodens steht. Diese Verbindung des Kreisschwingens mit gleichzeitig ausgeführten Galopphüpfen vorwärts ist u. a. üblich in bestimmten Gegenden Oldenburgs und Frieslands, wo der Wurf mit einer kleinen

Geradlinige Vorwärtsbewegung des Körpers beim Kreisschwingen.

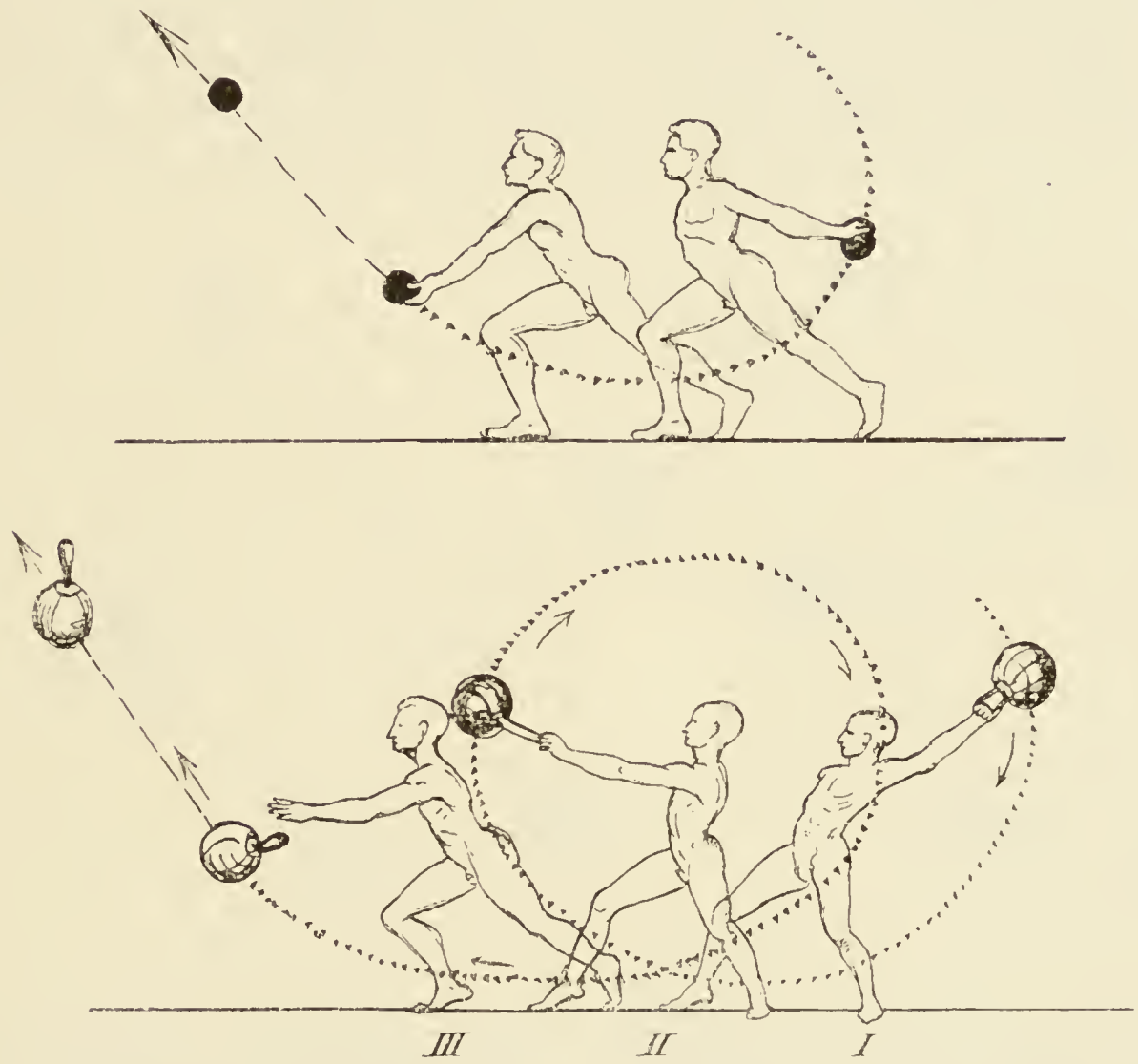


Fig. 516 und 517. Verlängerung des Kreisschwungs durch Galopphüpfen vorwärts während des Schwingens des Balls.

aber schweren Kugel (mit Blei ausgegossene hohle Holzkugel) als „Klootschießen" eine alte Volksübung darstellt. Wie förderlich diese Art des Schleuderwurfes dort ist, zeigte sich beim deutschen Turnfest in Hamburg 1898, indem Turner aus jener Gegend nicht nur in bewundernswerten Weitwürfen ihr heimisches „Klootschießen" vorführten, sondern auch im Schleuderwurf mit dem zwei Kilogramm schweren Schleuderball durch ihre Art des Werfens beim Wettwurf weitaus die besten waren, indem sie hier Würfe von 45 und sogar von 47 Metern erzielten.

c) Drehung des Körpers um seine Längsachse, sei es, daß dieselbe einfach in einer Rumpfschwingung besteht, sei es, daß der ganze Körper zugleich mit dem Kreisschwingen eine viertel-, halbe, ja dreiviertel und ganze Drehung macht, sei es, daß endlich mit solcher Drehung noch eine Ausfallbewegung des nachgestellten Beines vorwärts in die Wurfrichtung hin erfolgt.

Drehung des Körpers und Stellungswechsel beim Schwingen.

Der Vorteil dieser Drehung ist klar ersichtlich: es handelt sich darum, den Schwungkreis zu vergrößern, die Schnelligkeit der Schwungbewegung zu steigern und damit die zentrifugale Wucht der Wurfbewegung zu verstärken. Am ergiebigsten

ist dieser Vorteil auszunutzen bei Würfen, deren Kreisschwung entweder in einer der Bodenfläche parallelen Horizontalebene liegt, oder in einer dieser Richtung sich annähernden schrägen Ebene.

Vergrößerung des Schwungkreises.

Bei feststehender, unbeweglich bleibender Schulter besitzt der Kreisschwung des Armes sein Zentrum im Schultergelenk und die Armlänge von der Schulter bis zum Schwerpunkt des in der Hand ruhenden, an einer Handhabe (Schleife oder Henkel) gehaltenen Wurfgeräts bildet den Radius dieses Kreisbogens (Fig. 518). Anders wenn eine gleichzeitige Rumpfdrehung stattfindet. Denn dann wird das Zentrum des Schwungkreises in die Achse des Rumpfes, d. h. in die Wirbelsäule fallen, und der Radius des Schwungkreises wird um die halbe Schulterbreite verlängert (Fig. 519). Wird aber während des Armschwunges mit dem in Auslagestellung rückgestellten, dem Wurfarm gleichsinnigen, rechten Bein (R Fig. 520) auch noch ein weiter Ausfall nach vorwärts unter gleichzeitiger halber oder dreiviertel Drehung des Körpers gemacht,

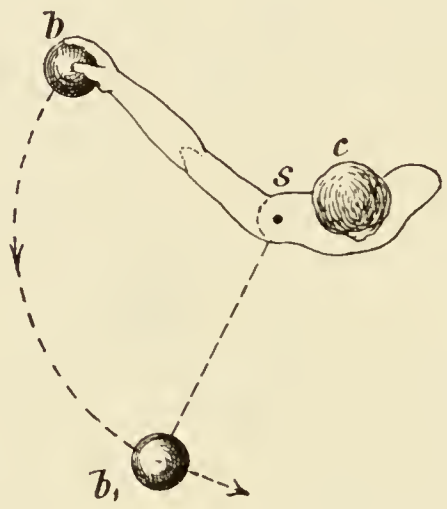


Fig. 518. Horizontaler Schwungkreis bei feststehender Schulter (von oben gesehen). c Kopf; s Schultergelenk. Der Arm als Radius des Schwungkreises schwingt das Wurfgeschoß b nach b_1.

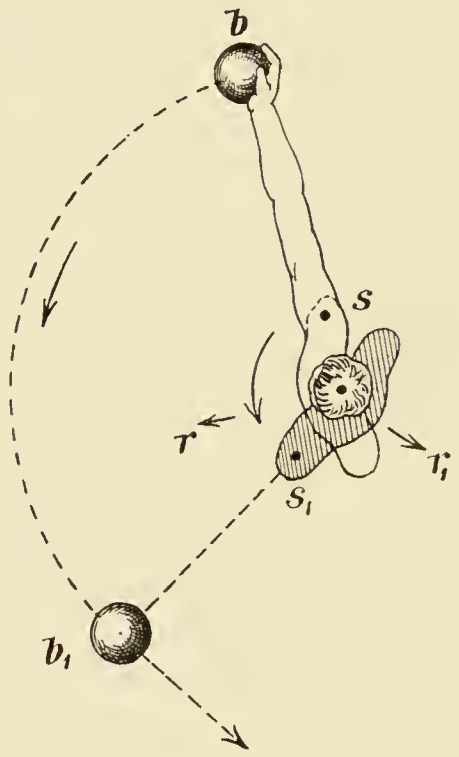


Fig. 519. Horizontaler Schwungkreis bb_1 bei gleichzeitiger Rumpfdrehung. Die Schulter s geht nach s_1; die anfängliche Blickrichtung ist r; r_1 die Blickrichtung im Augenblick des Abwurfs.

so beschreibt der Körper, und mit ihm der schwingende Wurfarm, einen halben oder dreiviertel Kreis um die Fußspitze des (linken) Standbeines (L Fig. 520), und der Radius des Wurfschwunges wird um die Entfernung der Schulter des Wurfarmes von der auf die Fußspitze des Standbeines gefällten Senkrechten vergrößert. Diese Verlängerung kann bis zum Doppelten der Armlänge betragen. Der Weg, den die Hand mit dem Wurfgeschoß von der ausholenden Stellung bis zum Punkte des Freigebens des Wurfgeschosses zurücklegt, kann so ein mehrfach größerer werden. Bei Beginn dieses Wurfes dreht der Werfende dem Ziel den Rücken zu.

Die Drehung, mag sie lediglich um die Körperachse ausgeführt werden, oder um eine durch die Spitze des vorgestellten Fußes gelegte Achse, hat natürlich gleichzeitig mit dem Kreisschwung des Armes zu erfolgen. Legt das Wurfgeschoß den Weg vom Augenblick des Beginns des Wurfschwunges bis zum Freigeben des Geschosses beim Werfen mit Drehung des Körpers genau so schnell zurück als dies auch beim Wurf mit feststehender Schulter der Fall ist, so wird im ersteren Falle, da der Schwungbogen ein weit größerer ist, die Schnelligkeit der Schwungbewegung entsprechend gesteigert, dem Wurfgeschoß also eine weit größere Anfangsgeschwindigkeit mitgeteilt,

d. h. der Wurf bedeutend ausgiebiger werden. Es vermag nun wohl die Rumpfdrehung bei feststehenden Füßen so schnell der Armbewegung zu folgen, daß der Weg bb, in Fig. 519 in derselben Zeit zurückgelegt wird wie der Weg bb, in Fig. 518 bei Kreisschwung allein des Armes. Nicht so beim Stellungswechsel mit dreiviertel Drehung zum Auslagetritt in Fig. 520. Diese Bewegung ist zu vielgestaltig, die Verlegung des Schwerpunktes in einer Kreisbewegung um das Standbein viel zu umfänglich, als daß sie in derselben Zeit wie ein einfacher Armschwung erfolgen könnte. Gleichwohl ist die dem Wurfgerät hierbei mitgeteilte Anfangsgeschwindigkeit bei der Größe des Schwungkreises immerhin eine sehr bedeutende, und man erzielt mit dieser Art

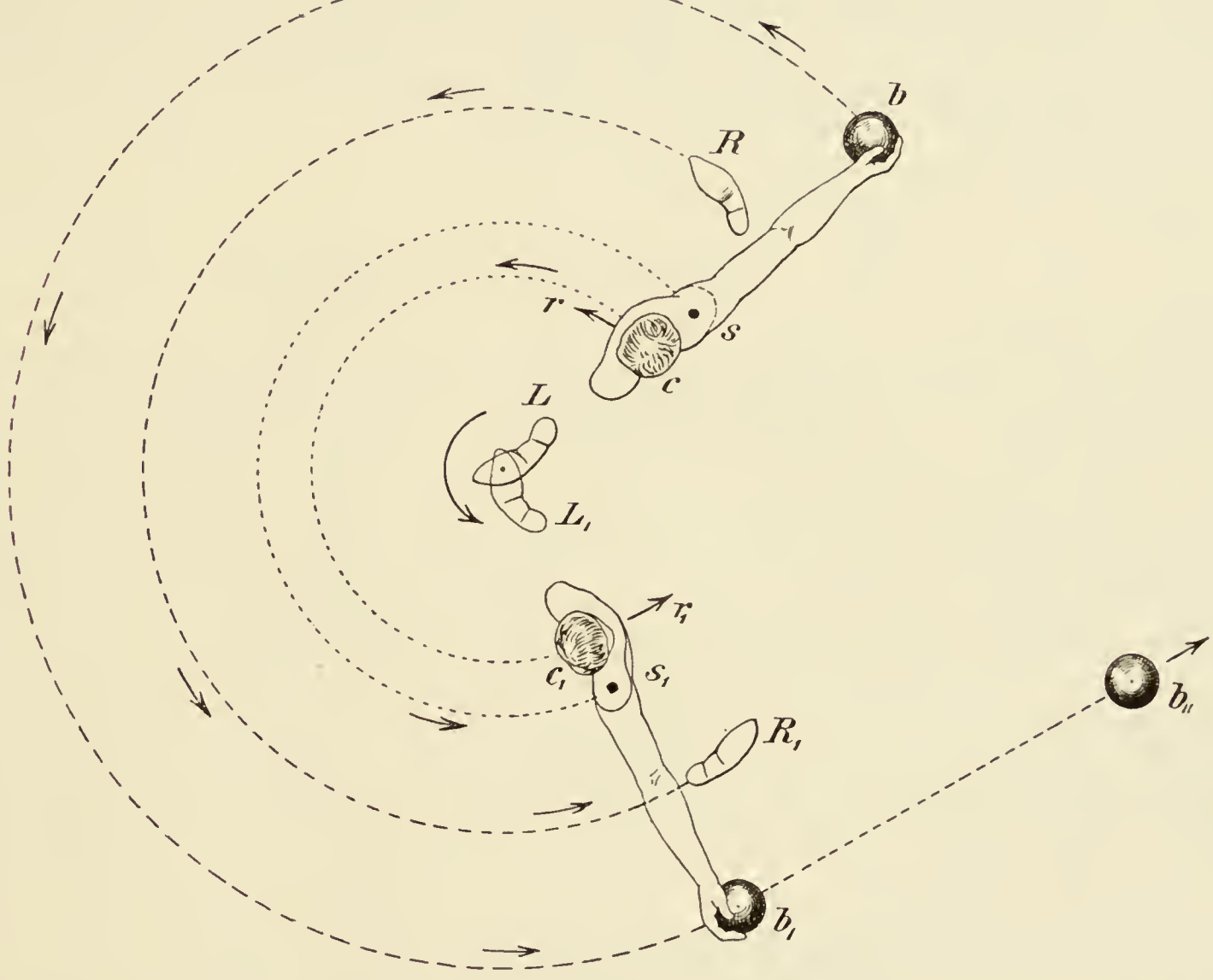


Fig. 520. Horizontaler Schwungkreis bb_1 bei dreiviertel Drehung um die Spitze des linken Fußes. Ausgangsstellung: R rechter, L linker Fuß; c Kopf; s Schultergelenk; r Blickrichtung; b Wurfgerät. Bei der Drehung wird der rechte Fuß R nach R_1 gesetzt; c geht nach c_1; die Schulter s nach s_1; die Blickrichtung wird r_1; der Fuß L dreht sich um seine Spitze in die Stellung L_1. Das Wurfgerät b beschreibt den großen Schwungkreis bb_1, und fliegt in b_1 freigegeben weiter nach b_{II}.

Wurfbewegung, wenn sie gut geübt ist und entsprechend gewandt ausgeführt wird, größere Wurfweiten als beim einfachen Armschwung, oder beim Armschwung mit Rumpfdrehung. Dies gilt vor allem da, wo das Wurfgerät ein schwereres ist, etwa ein mehrere Kilogramm wiegender Schleuderball, oder eine schwere Diskusscheibe.

Seitliche Rumpfbiegung.

d) Seitliche Biegung des Rumpfes beim Ausholen, die entgegengesetzt der Wurfrichtung ist, und mit der Wurfbewegung in Streckung des Rumpfes und Biegung nach der Wurfrichtung hin übergeht. Auch diese Rumpfbewegung hilft eine wesentliche Vergrößerung des Wurfschwunges erzielen. Namentlich da, wo ein festes Ziel ins Auge zu fassen ist, wird diese Begleitbewegung statt der oben beschriebenen Drehungen zu wählen sein. Denn bei Würfen mit Drehung um die Körperachse muß das Ziel zunächst ganz aus den Augen gelassen werden, wird ihm doch bei der An-

fangsstellung solchen Wurfs mit halber oder dreiviertel Drehung, wie erwähnt, der Rücken zugekehrt.

Beugung der Beine.

e) Die Beugung der Beine im Hüft-, Knie- und Fußgelenk, und die sprungartige Streckung dieser Gelenke im Augenblick des Wurfes wird beim Schleuderwurf genau so angewendet wie beim Stoßwurf, und ist hier ähnlich förderlich durch Vergrößerung des Schwungkreises wie dort zur Verlängerung des Wurfstoßes.

Anlauf.

f) Endlich sei noch erwähnt, daß auch abgesehen von der Fortbewegung des Körpers während einer oder mehrerer Kreisschwünge der einfache Anlauf und die durch diesen erzielte lebendige Kraft für den Schleuderwurf genau so gut ausgenützt wird wie für den Stoßwurf. Und zwar wird nicht nur mit Nutzen ein Anlauf genommen, z. B. beim Wurf mit dem Schleuderball einfach geradeaus, mit zum Boden senkrechter Schwungkreisebene, sondern auch bei Schleuderwürfen mit ganzer Drehung um die Längsachse des Körpers und horizontaler Schwungkreisebene. Es kommt nur darauf an, den Anlauf und an der Abwurfstelle den Schleuderwurf ganz unmittelbar in einem einzigen Zuge einander folgen zu lassen.

§ 324. Übungswert des Wurfs.

Übungswert des Wurfs.

Wie der Sprung, so ist auch der Wurf eine bis zur Höchstleistung der hauptsächlich beteiligten Muskeln führende, ebenso heftige als kurze schwunghafte Bewegung. Zahlreiche Muskeln der verschiedensten Körpergegenden werden beim Wurf, wenn auch in sehr verschiedenem Maße von Anstrengung, beteiligt. Während beim Sprung die leitende Hauptbewegung den Beinen zufällt, wird beim Wurf die Hauptbewegung von denjenigen Muskeln ausgeführt, welche die Arme und Schultern bewegen. Indes werden beim Wurf namentlich die Rücken- und Beinmuskeln oft derart in Anspruch genommen, daß ihre Arbeit über die einer bloßen Hilfsbewegung weit hinausgeht. Beim Stoßwurf — namentlich wenn es sich um ein schwereres Wurfgeschoß handelt — verlangt die starke und wuchtige Schwerpunktsverlegung des Körpers nach der Wurfrichtung hin geradezu eine flüchtige Höchstleistung der Strecker des Rückens und namentlich der der Beine. Beim zurückgestellten Bein kommt diese Arbeit der Streckmuskeln am Hüft-, Knie- und Sprunggelenk der einer Sprungbewegung gleich und hat, wie oben gezeigt, thatsächlich auch oft den Erfolg, den Körper dem fliegenden Wurfgeschoß nach vom Boden ab in die Höhe zu schleudern. Der Wurf ist mithin eine Kraftübung, welche die beteiligten Muskelgebiete ungemein zu üben und zu kräftigen im stande ist.

Beim Wurf beteiligte Muskeln.

Wurf als Kraftübung.

Unter den verschiedenen Wurfarten trägt den ausgesprochenen Charakter einer Kraftübung vor allem der Stoßwurf mit schwerem Wurfgerät, vorab das Steinstoßen; ferner das Kugelwerfen, der Speerwurf in die Weite, der Schleuderwurf mit schwerem Schleuderball u. dergl.

Bei allen Schwungwürfen, bei welchen es so sehr darauf ankommt, nicht nur dem Wurfgeschoß möglichst große Anfangsgeschwindigkeit und damit möglichste Flugkraft zu erteilen, sondern auch das Geschoß im richtigen Augenblicke frei zu geben, weiterhin bei allen auf ein bestimmtes Ziel gerichteten Zielwürfen nimmt der Wurf in hohem Grade Muskelgefühl und Abschätzungsvermögen in Anspruch, und erheischt ferner, sowohl in den Haupt- wie in den Hilfsbewegungen, in hohem Maße genaueste Zusammenarbeit (Koordination) zahlreicher über das ganze Skelett verteilter Muskeln. Der Wurf reiht sich somit auch den Geschicklichkeitsübungen an, ja ist eine hervorragende Geschicklichkeitsübung, denn kaum eine andere Übungsart giebt Gelegenheit, in so vortrefflicher Weise das Augenmaß zu üben, und nach

Wurf als Geschicklichkeitsübung.

Maßgabe desselben Bewegungsart, Bewegungsumfang und Kraftaufwand genau einzurichten.

Übungen im Ballwerfen und Ballfangen.

Dieser Übungswert des Wurfes als Geschicklichkeitsübung macht das Ballwerfen in Verbindung mit der Geschicklichkeitsübung des Ballfangens sehr geeignet, in elementarer Weise zu einem Übungsstoff für den schulmäßigen Turnbetrieb, also zu einer Art von Freiübungen verwendet zu werden. Solche Übungen — Turninspektor Hermann in Braunschweig hat sie für das Schulturnen trefflich bearbeitet — haben zudem den Vorzug, eine Vorübung für die Ballspiele zu sein.

Inanspruchnahme nur einer Körperseite.

Nun hat man an dem Wurf als Leibesübung das tadeln wollen, daß er fast ausschließlich eine und dieselbe Körperseite in Anspruch nehme, und zwar, abgesehen von den wenigen Linkshändern, die mit Vorliebe links werfen, nur die rechte. Es ist darum gefordert worden, die Wurffertigkeit sowohl rechts wie links auszubilden. Für die elementaren Ballübungen ist diese Forderung auch eine durchaus berechtigte. Auch die Vorübungen im Steinstoßen, im Kugelwerfen, im Gerwerfen usw. lassen sich sehr gut rechts wie links betreiben. Anders dagegen, wo die möglichst große Leistungsfähigkeit im Werfen überhaupt in Frage kommt, so beim Ballspiel oder beim Wettwerfen. Hier handelt es sich um möglichst sichere und weite Würfe mit einem bestimmten Wurfgeschoß; um solche zu erzielen, muß man jeden nach seiner Art werfen lassen, mit demjenigen Arm, mit welchem er eben am besten und weitesten wirft. Die Wurffertigkeit beider Arme gleichmäßig zu entwickeln, wäre ein ebenso unnützes wie unmögliches Beginnen. Die ungleiche Fertigkeit ist eben die von Natur gegebene.

Im übrigen wäre jener Vorwurf einer überwiegend einseitigen Muskelausbildung höchstens dann gerechtfertigt, wenn der Wurf im Ganzen der erzieherischen Leibesübungen eine stark vorwiegende Stelle einnähme, was doch nirgends der Fall ist. Kommt hinzu, daß thatsächlich bei starker Inanspruchnahme der Muskeln auf einer Körperseite auch den entsprechenden Muskeln der andern Körperseite durch Vermittlung des Nervensystems auf reflektorischem Wege ein stärkerer ernährender Blutstrom zugeht, und diese Muskeln ebenfalls wachsen macht, so ist ersichtlich, daß die Befürchtung einer ungleichmäßigen Körperentwicklung durch den Wurf zu Recht nicht bestehen kann.

§ 325. Formen des Wurfs.

Formen des Wurfs.

Folgende Formen des Wurfs werden auf unsern Übungsplätzen vorzugsweise geübt:

1. Das Gewichtstoßen. Zum Gewichtstoßen benutzt man schon aus alter nationaler Überlieferung (im Gerwurf, im Weitsprung und im Stoßen eines „großen und ungefügen" Steins bestand der Wettkampf Siegfrieds und Brunhildens, von welchem das Nibelungenlied erzählt) zumeist einen Stein von $17\frac{1}{2}$ Kilo. Die besten Würfe damit auf deutschen Turnfesten sind 6—7 Meter weit. Man nimmt entweder nur roh behauene oder in Würfelform zurechtgemeißelte Steine. Solche sind indes wenig handlich. Bequemer zum Stoßwurf sind Wurfgeräte aus Eisen, entweder in Cylinderform — der Cylinder paßt sich am besten in der Form der offenen Hohlhand an — oder in Form einer Eisenkugel.

Im übrigen werden zum Stoßwurf Eisenkugeln von verschiedenstem Gewicht gebraucht. Namentlich bürgern sich neuerdings bei uns leichtere Gewichte von 5—10 Kilo Gewicht ein, welche einen schwunghaften, weiter tragenden Wurf mit Anlauf gestatten.

2. Der Weitwurf mit dem kleinen Ball (Schlagball von 100—200 Gramm Gewicht, Cricketball u. dergl.). Welche Größe und Schwere des Balls für mittelgute und gute Werfer am meisten geeignet, um möglichst weite Würfe zu erzielen, ist noch nicht ermittelt.

Für deutsche Übungsplätze liegen über den — bisher noch nicht häufig geübten — Weitwurf mit dem Schlagball als Best-Würfe solche von 80—84 Metern vor. Von athletischen Kampfplätzen Amerikas und Englands sind verzeichnet: 115,6 Meter mit dem Base-Ball, 113 und 128,5 Meter mit dem Lacrosse-Ball.

3. Schockwurf mit einer Kugel von $2^1/_2$ Kilo oder mit dem Stoßball.

4. Schwungwurf mit schwerem Gewicht. Eine Eisenkugel mit Griff, 25,4 Kilogramm schwer, benutzt man zum Gewichtwerfen auf den athletischen Sportplätzen. Die besten damit erzielten Würfe sind 8—8,15 Meter weit. Auch Hochwürfe mit diesem Gewicht werden geübt. Als bester ist ein Wurf von 3,58 Meter Höhe verzeichnet.

5. Schwungwurf mit dem meist 2 Kilogramm schweren Schleuderball. Es giebt aber auch Schleuderbälle, welche das Doppelte dieses Gewichts wiegen.

Die Schleuderbälle haben als Handhabe entweder einen festen kurzen Henkel, oder eine längere Riemenschleife oder Schlaufe. Bälle mit Schlaufen ergeben beim Schleudern einen größeren Durchmesser des Schwungkreises und dementsprechend größere Zentrifugalkraft. Sie tragen also weiter. Indes ist es bei diesen Bällen schwieriger, den genau richtigen Augenblick des Freigebens wahrzunehmen.

6. Der Weitwurf mit der Diskusscheibe. Der gebräuchliche Diskus unserer Übungsplätze stimmt nach Größe und Gewicht ziemlich mit dem antiken Bronzediskus des Berliner Museums überein. Der beste Weitwurf mit dem Diskus, in der Form des Schockwurfs, ist neuerdings auf amerikanischen Übungsplätzen mit 36,25 Metern erzielt.

7. Der Zielwurf mit der Diskusscheibe nach dem Diskus-Zielapparat von Gymnasialdirektor Weck.

8. Der Weitwurf mit dem Speer oder dem Ger.

9. Der Zielwurf nach dem Pfahlkopf oder der Scheibe mit Ger oder Speer.

10. Das Hammerwerfen. Der Schwungwurf mit einem Hammer — Eisenprisma mit längerer Griffstange — wird fast ausschließlich auf englischen und amerikanischen Sportplätzen geübt. Das Gewicht des Hammers schwankt zwischen 3 bis 10 Kilogramm. Am beliebtesten ist das Hammergewicht von 7,25 Kilo (16 engl. Pfund). Dem Wurf geht ein Anlauf voraus. Geworfen wird mit einer oder mit beiden Händen unter starkem Schleuderschwung und schließlichem Kreisschwung um die Körperachse mit ganzer Drehung. Die besten Würfe mit dem 7,258 Kilo schweren Hammer sind: 38,18 Meter mit einer, 42,14 Meter mit beiden Händen.

Alle diese Wurfarten bieten eine große Verschiedenheit in der Bewegung dar, so daß sie einander als Übung durchaus nicht ersetzen, sondern nebeneinander geübt zu werden verdienen.

11. In besonders mannigfacher Art kommen Würfe mit großem wie kleinem Ball (neben dem Ballfangen, dem Ballschlagen und dem Balltreten) zur Übung bei unsern verschiedenen Ballspielen. Andererseits ist es von hohem Wert, wenn zu den Spielen bereits ein entsprechender Grad von Fertigkeit und Sicherheit im Werfen, Schlagen und Fangen des Balls mitgebracht wird. Denn erst dann vermögen die feineren Ballspiele (z. B. deutscher Schlagball, Feldball, Cricket usw.) den Spielern den rechten Genuß zu gewähren; erst dann wird der Spielverlauf ein fesselnder und mannigfaltiger, und können die Spiele ihren vollen Übungswert hinsichtlich der Entwickelung von Geistesgegenwart und Schlagfertigkeit entfalten.

Schwimmen.

§ 326. Bewegungszweck beim Schwimmen.

Bewegungszweck beim Schwimmen.

Schwimmen im aktiven Sinne ist eine natürliche Bewegungsart, welche den im Wasser befindlichen Körper 1. vor dem Untersinken wahrt und 2. fortbewegt. Eine natürliche Bewegungsart kann man das Schwimmen nennen, obwohl es nicht wie Gehen, Laufen, Springen in allererster Jugend erlernt zu werden pflegt, sondern erst auf späterer Altersstufe, obschon es nur eine, oft sehr selten eintretende, Ausnahme ist, daß der Mensch sich vorübergehend mit dem Körper im Wasser befindet, und obschon endlich ein recht beträchtlicher Bruchteil aller Menschen die Bewegung des Schwimmens überhaupt nicht auszuüben gelernt hat.

Specifisches Gewicht des Körpers.

Der menschliche Körper ist an sich kaum schwerer als die Wassermasse, welche er, im Wasser befindlich, verdrängt. Das specifische Gewicht desselben wechselt je nach der Füllung der Lungen mit Atemluft, und der Eingeweide mit Darmgasen. Krause giebt als specifisches Gewicht des Gesamtkörpers nach mäßiger Ausatmung die Ziffer 1,05, Meeh bei stärkerer Ausatmung 1,013—1,057 an. Nach stärkster Einatmung fand letzterer die Ziffer 0,967, d. h. der Körper kann bei stärkster Füllung der Lungen nicht untersinken. In der That ist es möglich, wenn man sich im Wasser auf den Rücken legt, die Brust hoch herausstreckt und den Kopf stark nach hinten beugt, nachdem man vorher eine tiefste Einatmung gemacht hat, in dieser Stellung so auf dem Wasser zu treiben, daß der Mund- und Nasenteil des Gesichts über der Wasserfläche bleibt und man, auch wenn man sich ganz regungslos verhält, nicht untersinkt. Allenfalls genügen einige leichte Bewegungen der Hand auf- und abwärts, um in dieser Stellung atemfähig und ungefährdet beharren zu können. Demgemäß haben Leute, die im Trocknen saßen und schrieben, allen Nichtschwimmern, die ins Wasser fallen, den guten Rat gegeben, daß sie nur schleunigst die eben beschriebene Stellung einnehmen sollen, um vor dem Ertrinken geschützt zu sein. Nur schade, daß ein Ertrinkender in solchem Augenblick sich meist recht unverständig benimmt.

Schwimmen der Tiere.

Der Vierfüßer, welcher ins Wasser fällt oder ins Wasser geworfen wird, vermag gewöhnlich, auch wenn er zum erstenmal in seinem irdischen Dasein sich diesem Elemente überantwortet fühlt, instinktiv eine Stellung im Wasser einzunehmen derart, daß die Naslöcher zum Weiteratmen über Wasser bleiben, und daß die Füße, durch Tretbewegungen abwechselnd das Wasser hinter sich stoßend, den Körper fortbewegen. So können Hund, Katze, Maus usw. ohne weiteres schwimmen. Anders steht's mit dem Menschen, dem sein aufrechter Körperbau, welcher ihn als Krone der Schöpfung vor allen Tieren auszeichnet und ihn über diese erhebt, hier zum Verderben gereicht. Ihm liegt es gar nicht so natürlich, daß er eine bestimmte Lage im Wasser einnimmt und den Kopf stark genug nach hintenüber beugt, um Mund und Nase andauernd über Wasser halten zu können. Im Gegenteil ist das eine gezwungene Haltung, die erst gelernt sein will. Sowie aber Mund und Nase, die Eingänge zu den Luftwegen des Körpers, unter Wasser kommen, so dringt auch schon Wasser in die Mund- und Nasenhöhle, in den Rachen, in die Luftröhren, in die Lungen ein, während die bisher darin enthaltene Luft gurgelnd in die Höhe steigt und entweicht — der Mensch stirbt den Erstickungstod, d. h. er ertrinkt.

Ertrinken.

Abgesehen von besonderen Hilfsmitteln, wie Rettungsgürteln, Schwimmblase usw. erreicht man nur durch das Schwimmen, daß man auch im Wasser die Atmung fortsetzen und das Leben erhalten kann, und daß man, sich im Wasser fortbewegend, den festen sicheren Boden wieder zu erreichen vermag, wenigstens bis zu einem ge-

wissen Grade. Denn auch ein guter Schwimmer wird z. B. schließlich ermatten und willenlos untergehen, wenn ihn dicke schwere Kleidung umgiebt, welche, mit Wasser vollgesogen, sein specifisches Gewicht stark erhöht, ihn also sinken macht, und welche, an die Körperoberfläche sich fest anklebend, die Bewegungsfähigkeit hemmt. Es ist daher für den Schwimmer immerhin nützlich, sich auch im Schwimmen mit Kleidern zu üben. Machtlos ist ferner ein Schwimmer in sehr starken Wellen, in Strudeln sowie in stark abwärts schießendem und fallendem Strom. Denn hier wird es unmöglich, rechte Körperhaltung zu wahren und die Atemwege vor dem Eindringen von Wasser zu schützen. Indes das alles sind nur ausnehmend seltene Unglücksfälle, gegen welche der Mensch eben machtlos ist. —

Durch die Bewegungen, welche wir mit den Armen und Händen, Beinen und Füßen beim Schwimmen ausführen, sind wir also im stande, uns gegen das Untersinken zu wehren, und zwar so weit, daß die Atemmündungen über Wasser bleiben. Wir bewegen oder schieben ferner den Körper im Wasser dadurch vorwärts, daß wir mit den Gliedmaßen eine Art von Ruderbewegung ausführen, d. h. das Wasser hinter uns drängen. Im allgemeinen erfolgen die Bewegungen des Schwimmens so, daß der Körper beim Schwimmen immer aus dem Zustand starker Beugung in den starker Streckung übergeht. Während die gebeugten Beine, seitwärts sich streckend, mit der unteren Fläche des Schenkels und den Fußsohlen sich gegen das Wasser stemmen, um dann, unter vollkommener Streckung und Schließung der Beine, mit den inneren Flächen der Ober- und Unterschenkel die zwischen den beiden Beinen liegende Wassermenge zusammenzudrängen und den Körper wie einen Keil vorwärtszuschieben, sind die Arme nach vorn gestreckt worden und teilen mit den Spitzen der einander zugekehrten Handflächen die Wogen gleich dem scharfen Kiel eines Ruderbootes. Während die gestreckten Beine stark unter den Leib gebeugt werden, um damit zu neuer Stoßbewegung auszuholen, werden die Hände mit dem Handteller nach unten flach ausgebreitet und dann in die Tiefe geführt, um den Kopf über Wasser zu halten und damit den ungestörten Fortgang der Atmung zu sichern.

Bewegungen beim Schwimmen.

§ 327. Bewegungen beim Schwimmen.

Wollen wir die Bewegungen des Schwimmens des genaueren uns vor Augen führen, so folgen wir am besten den Vorschriften, wie sie dem Anfänger im Schwimmen eingeprägt und von ihm geübt werden (s. Fig. 521—524, sowie Fig. 525).

Armbewegungen.

Vorschriften für das Brustschwimmen.

1. Die nach vorn gestreckten Arme werden steif gestreckt langsam dicht unter der Oberfläche des Wassers *ausgebreitet*, und zwar so weit nach auswärts, bis die Arme in der Verlängerung der durch beide Schultern gezogenen geraden Linie, also senkrecht zur Längsachse des Körpers, sich befinden.

   Dabei werden die Handflächen bei geschlossenem Daumen etwas nach außen gerollt, so daß also die Kleinfingerseite wenig höher steht als die Daumenseite (s. Fig. 523).

Beinbewegungen.

1. Nachdem die 1. Armbewegung bereits im Gange, werden die bis dahin gestreckten Beine langsam nach dem Rumpf hin *herangezogen*, und zwar so, daß die Kniee weit geöffnet auseinandergehen, während die Fersen zusammenbleiben. Die Fußspitzen stehen nach außen (Fig. 525, 1).

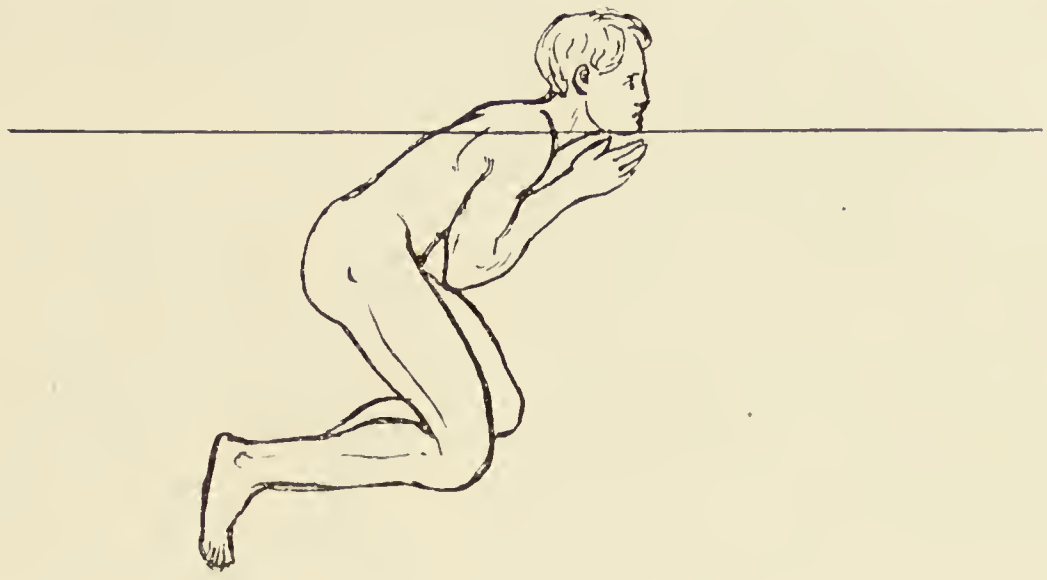


Fig. 521.

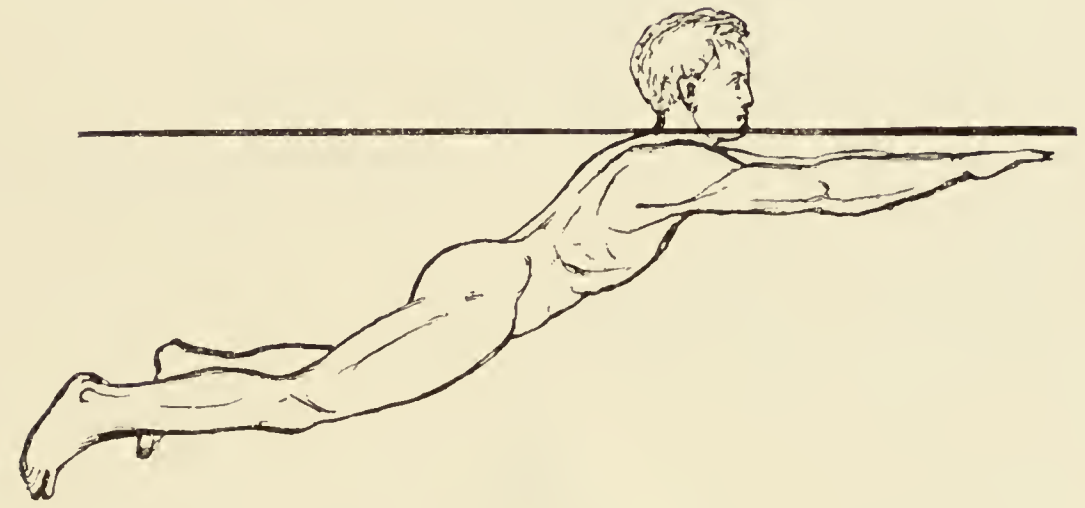


Fig. 522.

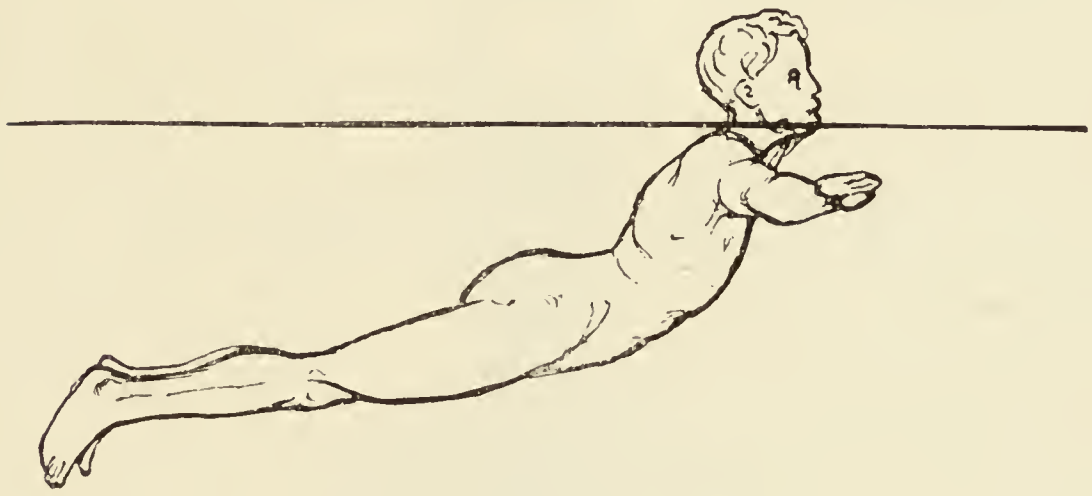


Fig. 523.

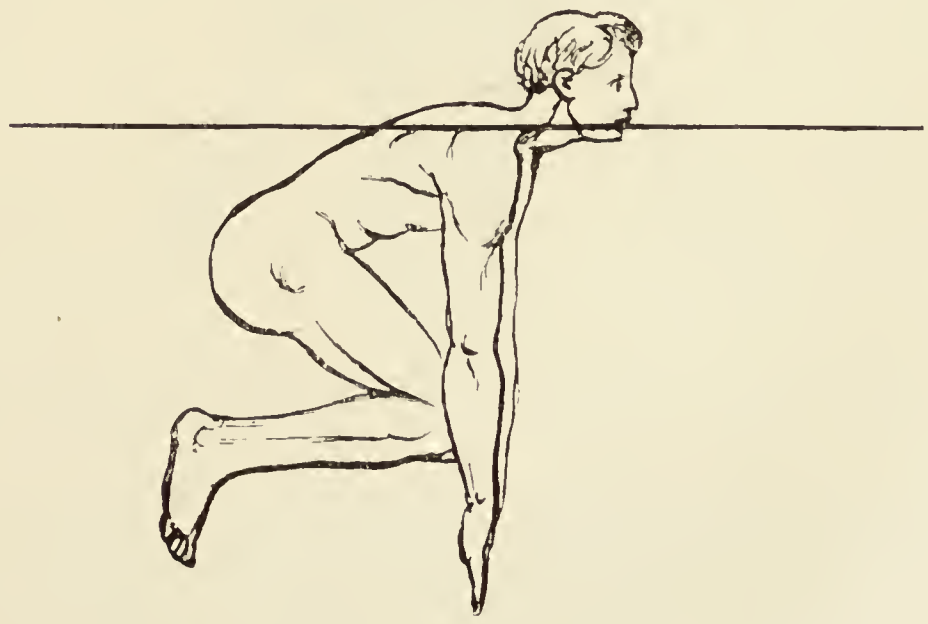


Fig. 524.

Fig. 521—524. Die Bewegungen beim Brustschwimmen.

Armbewegungen.	Beinbewegungen.
2. Die gestreckten Arme werden, die Handflächen nach unten, langsam abwärts gedrückt, bis die Handflächen mit den einander zugekehrten Daumen senkrecht unter der Brust zusammenkommen (Fig. 524). Sodann werden die Arme gebeugt, und die Hände mit einander zugekehrten Handflächen, die Daumen nach oben, unter das Kinn gebracht (Fig. 521).	2. Die Beine werden mit mäßiger Geschwindigkeit ausgebreitet und unter Streckung der Kniegelenke seitwärts gestoßen. Die Füße sind dabei nach auswärts gedreht und bewegen sich mit der vollen Fußsohle gegen das Wasser (Fig. 525, 2.)
3. Die Arme werden mit festgeschlossenen Händen dicht unter der Oberfläche des Wassers hin nach vorwärts gestoßen (Fig. 522, wo indes die Hände bereits zur 1. Bewegung nach außen gerollt dargestellt sind).	3. Die auseinander gespreizten Beine werden schnell geschlossen (Fig. 525, 3).
Während die in der 3. Beinbewegung ausgeführte Streckung noch beharrt, beginnt bereits wieder die 1. Armbewegung.	

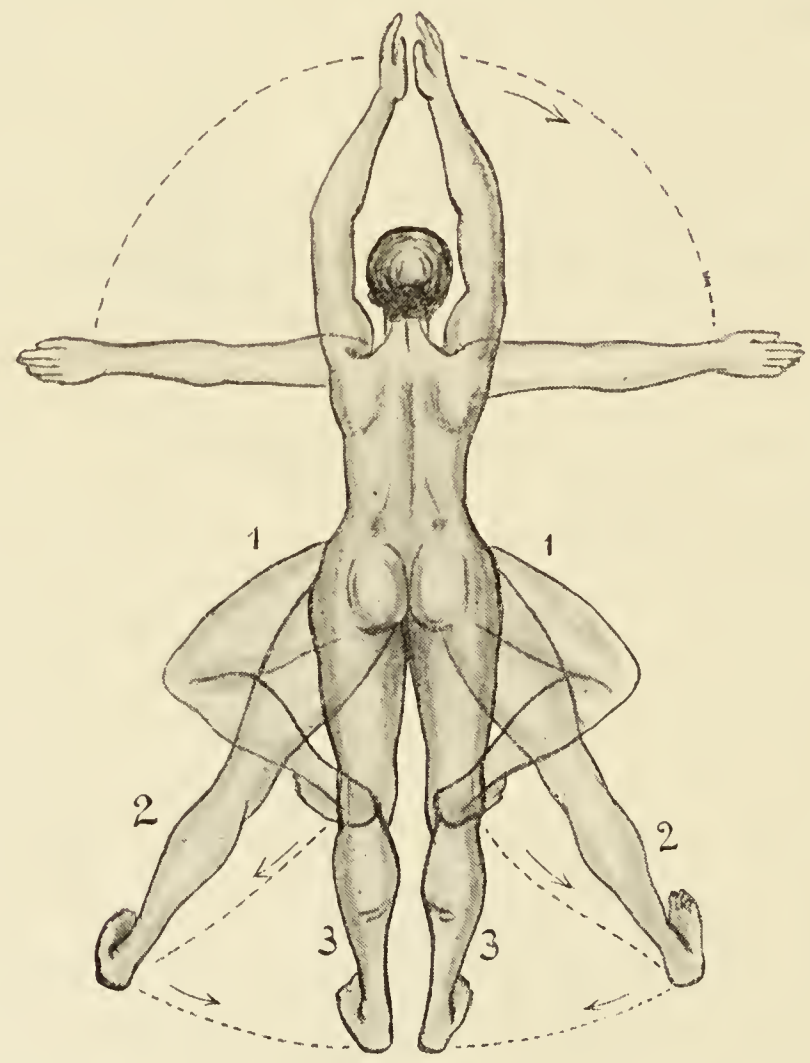


Fig. 525. Arm- und Beinbewegungen beim Schwimmen schematisch dargestellt.

Atemgang beim Schwimmen.

Was den Atemgang betrifft, so soll dann, wenn die Arme voll ausgebreitet sind, und zusammen mit dem Anziehen und Beugen der Beine nach unten drücken, gleichzeitig die Einatmung erfolgen, während die Ausatmung mit dem Vorschieben der Arme und dem Austreten und Schließen der Beine zusammenfällt. Es liegt dies ganz naturgemäß in der Art dieser Bewegungen begründet: die Beugung des Rumpfes

begünstigt den Vorgang der Einatmung, die starke Streckung den der Ausatmung. Somit ist mit jedem Schwimmstoß eine Ein- und Ausatmung zu verbinden.

Schon in der Form der oben gegebenen Nebeneinanderstellung der Bewegungen der Arme wie der Beine ist ersichtlich zu machen gesucht, daß die unter 1, 2 und 3 gegebenen Bewegungsakte der Arme und der Beine zeitlich nicht genau zusammenfallen. Die Armbewegungen gehen den entsprechenden Beinbewegungen jedesmal etwas voran.

Was die Zeitdauer der einzelnen Schwimmbewegungen angeht, so sind dieselben von ungleicher Länge. Nach jedem Schwimmstoße läßt man den Körper mit der erzielten Schnellkraft der Vorwärtsbewegung erst eine Weile vorschießen, bevor man zu neuem Stoß ausholt. Der zu jedem Schwimmstoß erforderlich gewesene Kraftaufwand muß in seiner Wirkung auch voll ausgenutzt werden. Wer mit Überhastung schwimmt, vergeudet nur Muskelkraft, kommt durchaus nicht schneller vorwärts, ermüdet aber weit eher als der ruhige Schwimmer. Verhältnismäßige Zeitdauer der einzelnen Bewegungsakte.

Es wird also der erste Bewegungsakt: das Seitführen der Arme und Anziehen der Beine ganz langsam ausgeführt, schneller das Vorstoßen der Arme und das Seitwärtsstoßen der Beine (2. Bewegungsakt), während das Schließen der Beine kraftvoll schnellend zu erfolgen hat. —

Der fertige Schwimmer macht seine Schwimmbewegungen nicht in der ausgeprägten schulmäßigen Form, wie sie oben beschrieben und zur Erlernung des Schwimmens zunächst auch notwendig ist. So wird beim schnellen Schwimmen namentlich das Ausbreiten der Arme nicht in vollem Viertelkreis ausgeführt, bis die seitwärts gestreckten Arme in ein und derselben durch die Schultern gehenden Linie sich befinden; vielmehr werden die Hände schon auf der Hälfte dieses Weges herabgedrückt und an die Brust gebracht. Die Hauptsache der Schwimmbewegung bleibt eben die richtige und kraftvolle Arbeit mit den Beinen.

Neben dem Brustschwimmen giebt es auch noch andere Arten, den Körper schwimmend im Wasser vorwärts zu bewegen, nämlich das Rückenschwimmen und das Seitenschwimmen, anderer Kunstformen (englisches Schwimmen auf der Seite; Überhandschwimmen auf der Seite; spanisches und ungarisches Schwimmen; Rückenschwimmen nur mit den Beinen oder nur mit den Armen, letzteres Schwimmen auch „Tellern“ genannt; Krebsschwimmen nach rückwärts) nicht zu gedenken. Das Brustschwimmen ist aber die grundlegende Hauptform des Schwimmens. Zunächst schon deshalb, weil mit der Erlernung des regelrechten Brustschwimmens die Ausführung der anderen Schwimmarten keinerlei Schwierigkeiten mehr macht. Die Hauptbewegung, die Arbeit der Beine, bleibt ja stets dieselbe. Dann aber besitzt das Brustschwimmen den Vorzug, daß es dem Schwimmenden stets freie Ausschau nach allen Seiten über die Wasserfläche hin gestattet. Schwimmen auf dem Rücken und auf der Seite.

Dadurch allein gewährleistet es dem Schwimmenden die Möglichkeit, unausgesetzt die gewollte Richtung der Schwimmbewegung genau innezuhalten, und gefährdende Hindernisse zeitig zu gewahren und zu meiden.

Beim Schwimmen auf dem Rücken wird die Arbeit mit den Händen eine unwesentliche. Es zeigt sich dies schon darin, daß man ganz gut und mit kräftiger Vorwärtsbewegung auf dem Rücken schwimmen kann, ohne der Armbewegungen zu benötigen. Werden aber Arme und Hände an der Schwimmbewegung mitbeteiligt, so geschieht dies in der Weise, daß die Hände gleichsinnig und in derselben Richtung mit dem Schwimmstoß der Beine arbeiten. Die gegebenen Vorschriften hierfür sind keineswegs übereinstimmend. Man kann die Arme und Hände bis zur Schulter heben und dann wagerecht abwärts bis zum Anlegen an die Körperseiten über den Hüften führen, letzteres gleichzeitig mit dem Ausstoßen der Beine. Eine andere Art Schwimmen auf dem Rücken.

besteht darin, daß man die Arme in Streckung vollständig seitwärts ausbreitet, mit den Händen, die Handflächen den Füßen zugekehrt, das Wasser in der Richtung nach den Füßen hin kräftig hinabstößt und dann die Arme wieder zu den Seiten führt. Mit diesen Armbewegungen kann man auch den Körper allein fortbewegen ohne Zuhilfenahme gleichzeitiger Beinbewegungen. Besonders förderlich ist allerdings dieses Schwimmen nur mit den Armen nicht. Man kann also auf dem Rücken schwimmen mit Bewegungen der Arme und Beine zusammen, mit Beinbewegungen allein oder mit Armbewegungen allein. Auch beim Schwimmen auf dem Rücken vollzieht sich die Atmung so, daß mit der Beugung, d. h. dem Anziehen der Beine und Arme eingeatmet wird, während die Ausatmung mit der Streckung, d. h. dem Schließen der Beine und dem nachfolgenden Vorwärtstreiben, zusammenfällt. Die Einatmung erfolgt daher kurz, die Ausatmung langsam. —

Im allgemeinen ist das Schwimmen auf dem Rücken weniger anstrengend, aber auch weniger förderlich als das Brustschwimmen und wird mit Vorliebe da vorübergehend angewendet, wo man nach kräftiger Schwimmbewegung eine Weile auf dem Wasser ausruhen will.

Schwimmen auf der Seite.

Beim Schwimmen auf der Seite fällt ebenfalls die Hauptthätigkeit den Beinen zu. Die Schultern liegen übereinander, und zwar die obere über dem Wasser, während die untere tiefer hinuntertaucht. Die Arme arbeiten ungleichmäßig. Während der untere Arm gleichzeitig mit jedem Austreten der Beine gestreckt vorgebracht wird und das Wasser wie ein scharfer Kiel beim Vorwärtstreiben schneidet, stößt die Hand des oberen Arms das Wasser zurück, ruderartig arbeitend.

Auf die zahlreichen Schwimmkünste und die mancherlei Sprünge ins Wasser, welche der schwimmenden Jugend einen reichen Übungsstoff zu geschickter und fröhlicher Bethätigung auf der Schwimmbahn bieten, kann hier nicht näher eingegangen werden.

Übungswert des Schwimmens.

§ 328. Übungswert des Schwimmens.

Wenn man sich Rechenschaft über die körperliche Einwirkung des Schwimmens geben will, so findet man durchaus keine einfachen Verhältnisse vor. Denn man muß ebensowohl die Einwirkungen des Bades in Betracht ziehen als die Wirkung, welche das Schwimmen lediglich als Leibesbewegung besitzt. Je nach der Kälte des Wassers, in dem geschwommen wird, nach der Dauer des Bades und dem Umfang der Schwimmbewegung, gestalten sich die Einwirkungen in verschiedener Weise.

Hygienisches Schwimmen.

Wie bei keiner andern Leibesübung tritt beim Schwimmen der gesundheitliche Zweck in den Vordergrund. Bei der weitaus größten Masse derer, welche unsere Schwimmbäder bevölkern, ist das Schwimmen nur Mittel zum Zweck, das kühle Bad leichter und länger zu ertragen und somit dem Körper vollkommener und nachhaltiger die belebende und erfrischende Wirkung des kalten Badens zu verschaffen.

Die lebhafte Bewegung des Schwimmens steigert in hohem Grade die Herzthätigkeit. Dadurch wird auch der Blutumlauf der Haut fortdauernd wirksam unterhalten. Wenn also im kalten Schwimmbad auch der gesteigerte Wärmeverlust auf der Haut als erfrischende Abkühlung empfunden wird, der Umstand, daß die kräftigere Herzarbeit immer wieder warmes Blut durch die Gefäße der Haut treibt, verhindert das schnelle Eintreten erstarrender Frostempfindung. Anders wenn im kalten Bade keinerlei starke Körperbewegungen vorgenommen werden. Hier verengern sich bald die Hautblutgefäße, das Blut drängt sich in den inneren Organen zusammen und der heftige Nervenreiz der Abkühlung schwächt die Herzarbeit. So tritt hier leicht Froststarre, starkes Zittern und Steifigkeit ein, die Haut wird blaß, die Lippen färben sich bläulich. Erst beim Verlassen des Bades und erwärmendem Trockenreiben der Haut

erweitern sich wieder die Hautblutgefäße, die Herzarbeit wird erleichtert und kehrt zum vorherigen Umfang zurück.

Beim Schwimmen im kühlen oder kalten Wasser wird das Eintreten dieses Zeitpunktes zwar nicht vermieden, aber doch hinausgeschoben. Der kräftige Schwimmer vermag viel länger im kalten Wasser mit vollem Wohlgefühl zu verweilen. Allerdings: beginnt bei ihm das Herz trotz seiner gesteigerten Thätigkeit der Kältewirkung nicht mehr zu widerstehen, tritt Frostgefühl ein, so ist es auch für ihn Zeit, das Bad zu verlassen. — Das Schwimmen steigert also in hohem Grade Wirkung und Genuß des kalten Bades, weckt damit auch die Lust an regelmäßigem häufigen Baden und trägt somit zur Erlangung all der gesundheitlichen Vorteile kalter Bäder ganz wesentlich bei.

Schwimmen als Leibesübung.

Muskelübung.

Lediglich als Leibesübung betrachtet, stellt sich das Schwimmen als eine vollkommene Form von Schnelligkeitsübung, die unter Umständen auch zur Dauerübung werden kann, dar. Die meisten und größten Muskeln des Skeletts werden beim Schwimmen bethätigt und in ihrer Arbeitstüchtigkeit gekräftigt. Vor allem sind es die Muskeln der Beine, welche zu kräftiger Arbeit, andersartig als bei den Bewegungen des Gehens, Laufens und Springens, vermocht werden. Beim Brustschwimmen, der eigentlichen Hauptform des Schwimmens, werden zur Überstreckung des Kopfes nach hinten, die nötig ist, um die Mündungen der Atemwege andauernd über Wasser zu halten, die Streckmuskeln des Rückens stark in Anspruch genommen. Unverkennbar werden damit gerade jene Muskeln gekräftigt, welche für eine stete schöne Haltung des Körpers besonders wichtig sind, und trägt damit regelmäßiges Schwimmen zur rechten Körperhaltung nicht unwesentlich bei. Wir konnten daher oben (§ 34) das Schwimmen als eine derjenigen Leibesübungen anführen, die zur Bekämpfung des runden Rückens der Jugend von Nutzen sind.

Einfluß auf die Körperhaltung.

Einwirkung auf die Atemthätigkeit.

Entsprechend dieser starken Streckung der Wirbelsäule während der Hauptzeiten der Schwimmbewegung wird der Brustkorb in wirksamer Weise vorgewölbt und entfaltet. Wir kommen damit zu der Einwirkung des Schwimmens auf die Atemthätigkeit. Diese ist eine ebenso mannigfaltige als eingreifende.

Zunächst wirkt das Schwimmen als eine die größten Muskelgebiete des Skeletts in Anspruch nehmende Schnelligkeitsbewegung steigernd auf den Umfang der Atmung. Während aber bei andern Schnelligkeitsübungen, wie z. B. beim Lauf, nicht nur der Umfang der Atmung vermehrt wird, sondern die Atemzüge auch in zunehmendem Grade beschleunigt werden, ist beim Schwimmen der Atemgang mit der Schwimmbewegung in regelmäßiger Weise zu verbinden, und der Schwimmer hat es in der Hand, dadurch, daß er in gutem Stil, ruhig und gleichmäßig schwimmt, der Beschleunigung der Atmung entgegenzuwirken. Um so mehr muß also beim Schwimmen, um dem vergrößerten Atembedürfnis zu genügen, der Umfang der Atmung nach allen Durchmessern der Lunge vermehrt werden. Die Atemmuskeln werden also zu einer ebenso umfassenden als gleichmäßigen Arbeit vermocht und entsprechend geübt. Dazu kommt noch, daß der Druck des den Brustkorb umgebenden Wassers einen gewissen Widerstand der Ausdehnung des Brustkorbes ebenso wie der Verwölbung des Bauches bei der Einatmung entgegensetzt. Auch die Überwindung dieses, bei der einzelnen Atembewegung zwar geringfügigen, bei zahlreichen Atembewegungen aber sich summierenden Widerstandes erfordert entsprechende Mehrarbeit der Atemmuskeln.

Andererseits wird die Arbeit der Atemmuskeln durch den Umstand, daß sie regelmäßig mit gewissen Schwimmbewegungen sich verbindet, auch wieder erleichtert. Das gilt namentlich für die Ausatmung, indem die kräftige Streckung der Beine und die Hohlbiegung der Lendenwirbelsäule die Bauchwand straffer spannen und gegen die Baucheingeweide, und damit gegen die untere Fläche des Zwerchfells andrücken, während

umgekehrt das Zusammenfalten des Körpers beim Ausholen zum Schwimmstoß, wobei jedesmal die Einatmung zu erfolgen hat, die Bauchwandung gänzlich entspannt, und daher der Zusammenziehung des Zwerchfells und der Verflachung desselben nach unten den denkbar geringsten Widerstand entgegensetzt. Überall da also, wo das Schwimmen in wirksamer Weise über eine längere Strecke betrieben wird, bedeutet es eine ganz ausgezeichnete Übung für die Atemthätigkeit.

Einfluß auf die Herzarbeit.

Nicht minder ist dies der Fall hinsichtlich der Arbeit des Herzens. An und für sich ist die plötzliche Abkühlung des Körpers beim Springen in die kalte Wasserflut von einem starken Einfluß auf die Herzthätigkeit. Die Hautblutgefäße ziehen sich reflektorisch zusammen, so daß eine Blutwelle nach dem Herzen zu sich zurück staut; der mächtige Kältereiz kommt noch hinzu. Nur mit kräftigster Zusammenziehung vermag das gesunde Herz dieser Erschwerung seiner Arbeit erfolgreich zu begegnen. Das Schwimmen als Schnelligkeitsbewegung steigert aber gleichfalls sofort die Arbeitsgröße des Herzens nach Zahl der Zusammenziehungen des Herzmuskels wie nach dem Umfang der bei jedem Herzschlag in die Adern gepreßten Blutmenge. Die durch die Schwimmbewegung an sich schon gesteigerte Herzarbeit hilft also den Einfluß des kalten Badewassers auf den Blutkreislauf des Körpers überwinden. Nur bei anhaltenderem oder sehr schnellem Schwimmen wird sich Herzermüdung einstellen, und der Einfluß der andauernden Wärmeentziehung des Körpers, sowie der Widerstand, den die Herzarbeit durch die Verengerung der Blutgefäße an der ganzen Oberfläche des Körpers findet, steigern die Herzerschöpfung schnell. Das Gesicht des aus dem Wasser Entstiegenen sieht bleich und fahl aus, die Lippen und die Schleimhäute erhalten einen bläulichen Anflug, während das Weiße des Auges sich rötet; die Atmung ist hastig, oft keuchend. Alle diese Erscheinungen verflüchtigen sich allmählich nach dem Abtrocknen des Körpers und dem Umhüllen desselben mit wärmender Kleidung. Immerhin hält das Gefühl des Fröstelns und eine gewisse Steifigkeit der Glieder oft noch länger, selbst stundenlang an. Wenn gleichwohl eine bedrohliche Herzübermüdung nach kräftigerem Schwimmen über kleinere oder mittlere Strecken im kühlen Strom so leicht doch nicht zu stande kommt, so liegt das wohl daran, daß jene Herzerscheinungen nur zum Teil durch die eigentliche Muskelarbeit beim Schwimmen veranlaßt sind, zum andern Teil aber durch die Kältewirkung des Wassers. Es kreisen also nicht so viel Ermüdungsstoffe dabei im Blute wie nach einer andern erschöpfenden Leibesübung. Das Herz wird sich also eher und besser erholen.

Anders liegt natürlich die Sache bei einem erschöpfenden Dauerschwimmen über weite Strecken. Hier macht sich der Einfluß der Ermüdungsstoffe schließlich in lähmender Weise geltend, die Kräfte versagen, und das Leben ist verloren, wenn nicht rettende Hilfe zur Stelle. Die Möglichkeit, nach einem Schiffbruche bloß durch Schwimmen das Leben zu retten, ist auch bei ganz ruhiger See nur eine höchstens durch Stunden begrenzte.

Abgesehen also von solchen außerordentlichen Anforderungen an die Herzkraft bedeutet das Schwimmen zwar eine starke Anstrengung des Herzmuskels, aber zugleich auch eine wohlthätige, das Herz kräftigende Anstrengung.

Unter allen Umständen nimmt das Schwimmen unter den Schnelligkeitsübungen in Bezug auf seine gesundheitlichen Einwirkungen einen hohen Platz ein. Die wachsende Ausbreitung des Schwimmens bei der Jugend ist daher eine freudig zu begrüßende Erscheinung.

Leistungen im Schwimmen.

Werfen wir zum Schluß einen Blick auf die beim Schwimmen möglichen Leistungen. Dieselben gestalten sich anders, je nachdem im stehenden Wasser, oder im Flusse mit dem Strom oder gegen den Strom geschwommen wird. Die Stromstärke wird leider meist nicht angegeben, auch nicht der Wärmegrad des Wassers. Hinsicht-

lich der Stromstärke gilt zwar, wenn dieselbe Strecke hin und zurück geschwommen worden ist, daß, je leichter und schneller mit dem Strom geschwommen wurde, um so langsamer und anstrengender das Schwimmen gegen den Strom war. Bei stark fließenden Strömen, z. B. an den meisten Stellen des obern und mittleren Rheinlaufs, ist aber ein Schwimmen gegen den Strom nicht möglich, während beim Durchqueren des Stromes von einem Ufer zum andern der Schwimmer stets ein gutes Stück flußabwärts getragen wird. Wie beim Lauf, so vermindert sich auch beim Schnellschwimmen die größtmögliche Geschwindigkeit mit der Länge der Entfernung. Während aber beim Lauf diejenige Strecke, bei welcher die größte Schnelligkeit entfaltet werden kann, bei 100 Meter Laufbahn liegt, ist bei der viel langsameren Bewegung des Schwimmens die kleinste Strecke von 50 Metern auch diejenige, bei welcher die größte Durchschnittsschnelligkeit erzielt wird. Vermutlich liegt die Grenze noch tiefer. Von den besten Leistungen, welche Mitglieder deutscher und österreichischer Schwimmvereine in den Jahren 1891—96 erzielten, seien folgende wenige zum Vergleich hier angeführt:

Gesamte Strecke	Bahnlänge in Metern			Gebrauchte Zeit		
in Metern	in stillem Wasser	mit dem Strom	Gegen den Strom	Min.	Sek.	
50	25	—	—	0	$36^{3}/_{5}$	
75	17,5	—	—	1	04	
100	—	100	—	1	$01^{3}/_{5}$	Main b. Frankfurt.
100	62,5	—	—	1	17	
125	125	—	—	2	03	
150	—	150	—	1	54	Main b. Frankfurt.
150	25	—	—	2	$15^{3}/_{5}$	
200	100	—	—	3	$09^{3}/_{5}$	
200	—	100	100	3	28	Elbe b. Hamburg.
250	25	—	—	4	$02^{2}/_{5}$	
300	—	150	150	3	45	Weser b. Bremen.
400	100	—	—	6	39	
450	—	225	225	7	50	Weser b. Bremen.
500	75	—	—	9	$04^{1}/_{5}$	
600	—	300	300	10	$39^{3}/_{5}$	Elbe b. Hamburg.
1000	100	—	—	17	15	
1500	100	—	—	26	$02^{1}/_{5}$	
1500	—	100	100	26	$52^{1}/_{5}$	Elbe b. Hamburg.
7500	—	7500	—	57	16	Oder b. Breslau.

Das Rudern.

§ 329. Das Rudern als Leibesübung.

Rudern als Leibesübung.

Die Fortbewegung im Wasser mittels Ruderns ist eine der ältesten Fertigkeiten und Künste der Menschen. Der Entwickelung des Ruderbootes vom ausgehöhlten Baumstamm bis zum leichten Kanoe, zum festgefügten tragfähigen Nachen, zum kunstvoll geschmückten zierlichen Lustboot, sowie zum wuchtigen Kriegsfahrzeug, begegnen

wir schon früh in der Geschichte der Völker des Altertums. Gleichwohl gehört der Betrieb des Ruderns als einer den Körper kräftigenden Leibesübung erst der Neuzeit an.

Geschichtliches.

Es ist merkwürdig, daß die seebefahrenen schiffskundigen Griechen bei ihrem für den gymnastischen Wert der verschiedenen Bewegungsarten außerordentlich geschärften Blick doch den hohen Übungswert der Ruderbewegung übersahen. Ihnen war Rudern Arbeit, aber keine Leibesübung. Vielleicht sogar eine etwas mißachtete Arbeit, weil sie vielfach nur Sklaven und Sträflingen zufiel. Jedenfalls sind Ruderwettfahrten den Griechen unbekannt gewesen. Ebenso den Römern, denn die Naumachien, welche Roms Kaiser veranstalteten, waren nichts als prunkhafte Darstellungen von Schiffskämpfen und Seeschlachten im kleinen, durch Gladiatoren ausgeführt.

Die Ruderwettfahrten, wie sie in Venedig seit Anfang des 14. Jahrhunderts zu Volksfesten wurden, fanden nur zwischen zünftigen Schiffern und Fischern statt, ebenso wie die späteren Fischerstechen in Deutschland. Das Verdienst, den Wert des Ruderns als einer ebenso wirksamen wie gesunden und anziehenden Leibesübung erkannt und durch die Schaffung des neuzeitlichen Ruderbootes das Rudern zu einer Übungsart herausgebildet zu haben, wie sie gleich allseitig den Körper in Anspruch nehmend nicht mehr besteht, gebührt den Engländern.

Die englischen Ruderwettkämpfe.

Im Laufe des 18. Jahrhunderts bürgerten sich in England die ersten großen Ruderwettkämpfe, nicht von zünftigen Schiffsleuten, sondern von Liebhabern ausgefochten, ein. Diese Ruderwettkämpfe wurden im 19. Jahrhundert zu großen nationalen Volksfesten, von denen das alljährliche Wettrudern der Universitäten Oxford und Cambridge (seit 1829), sowie die Henley-Regatta (seit 1839) am meisten bekannt geworden sind.

Verhältnismäßig jung ist die Pflege des schulmäßigen Ruderns in Deutschland: die weitaus größte Zahl unserer Rudervereinigungen ist erst seit 1880 entstanden.

Rudern zur Übung.

Das Rudern in einem kleineren Boot oder Nachen, wie es zur Vermittelung jeglichen Verkehrs auf dem Wasser, zur Beförderung kleiner Lasten, zum Fischfang usw. sich notwendig macht, ist eine Arbeit, welche, wie jede andere Fortbewegungsart des Körpers, in rhythmischem Gange erfolgt, größere Muskelgebiete in Anspruch nimmt, und je nach Umständen mehr mit Rücksicht auf größtmögliche Schnelligkeit des Fortkommens oder mehr mit Rücksicht auf längere Dauer vor sich geht. Mit einem solchen Fahrzeug des Schiffergewerbes auf dem Wasser zu fahren und sich abzumühen, hat für viele schon sehr großen Reiz; zahllose Vergnügungsboote auf unseren Flüssen und Seen sind nichts weiter als Schifferkähne, nur daß sie etwas leichter gebaut sind.

Anforderungen an das Fahrzeug.

Der gewöhnliche Schifferkahn, welcher sich stets auf dem Wasser befindet, manch heftigen Anstoß an eine stärkere Schiffswand, an Pfähle, an Landungsbrücken, an Stein und Boden u. dergl. zu ertragen hat, verlangt ein kräftiges Gefüge. Er muß zum gelegentlichen oder steten Transport von Personen oder Lasten eine größere Tragfähigkeit besitzen und endlich so gebaut sein, daß er sicher in Wind und Wellen geht und nicht leicht umschlägt. Allen diesen Bedingungen entspricht ein Kahn nur dann, wenn er eine gewisse Breite und Schwere besitzt — Eigenschaften, welche der Erzielung einer großen Fahrgeschwindigkeit des Bootes durch die Ruderbewegung natürlich entgegenstehen. Der Ruderer hat in einem solchen schwerer gebauten Kahn einen weit größeren Teil seiner Muskelarbeit auf die Fortbewegung des Bootes als solchen, wie auf die Fortbewegung seines Körpergewichts zu verwenden. Für das Rudern als Leibesübung aber, wo alle die Rücksichten auf nützliche Verwertung im Dienste des Verkehrs, des Schiffergewerbes usw. entfallen, kommt es darauf an, das Fahrzeug in Bezug auf Bauart und Gewicht so zu gestalten, daß die Fortbewegung des Bootes allein nur einen möglichst geringen Bruchteil der aufgewendeten Ruderkraft erfordert, und daß vielmehr diese Kraft in der Hauptsache der Fortbewegung des Körpergewichts zu gute

kommt. Wenn z. B. ein vierrudriges neuzeitliches Rennboot 55 Kilo wiegt, die rudernde Mannschaft aber $4 \times 75 = 300$ Kilo, so ist ersichtlich, in welchem Grade die Last des Bootes hier in den Hintergrund tritt. Wird das Viererboot, wie dies gewöhnlich der Fall ist, von einem Steuermann gelenkt, so wird das Körpergewicht desselben noch hinzukommen. Die gesamte Last des benannten Vierbootes würde etwa $55 + 75 + 300 = 430$ Kilo betragen, welche auf der Wasserfläche fortzubewegen sind. Beim gewöhnlichen Kahn aber liegt das Verhältnis so, daß das Gewicht des Bootes im Verhältnis das Mehrfache des Gewichts eines sportlichen Rennbootes beträgt, das auf dem Wasser fortzubewegende Gewicht im Verhältnis zur Zahl und Kraft der Ruderer also ein ungleich größeres ist. Mit dem geringeren Gewicht wird auch die Wasserverdrängung des Bootes eine geringere. Vor allem aber ist es durch sinnreiche Erfindungen und Verbesserungen gelungen, nicht nur dem sportlichen Ruderboot eine Form zu geben, bei der der Widerstand des Wassers beim Vorwärtsfahren auf das denkbar geringste Maß zurückgeführt wird, sondern auch die Ruderarbeit so zu gestalten, daß der größte Teil der Muskulatur des Körpers an dieser Arbeit mitbeteiligt wird, in einem Umfange, wie dies bei keiner andern Art von Leibesübung erreicht ist.

§ 330. Das Ruderboot.

Das Ruderboot.

Da die Art der Ruderarbeit durch die Bauart des Ruderboots wesentlich bestimmt wird, so ist es notwendig, die Hauptarten der gebräuchlichen Ruderboote, soweit sie einem geregelten Rudern als Leibesübung dienen, hier kurz anzuführen und in ihren wesentlichsten Teilen zu beschreiben. Während der Kahn einen flachen Boden besitzt, sind die Ruderboote auf Kiel gebaut. Der Kiel bildet den Rückgrat des Bootes. Er ist an den beiden Enden des Bootes zum Vorder- und Achter- oder Hintersteven aufgebogen. Seitlich vom Kiel aus laufen in gewissen Abständen die Rippen. Kiel und Rippen, als das feste Gerippe des Bootes, müssen aus starkem Holz gefertigt sein. Man nimmt dazu meist Eichen- oder Eschenholz. Das Bootgerippe wird bekleidet durch an den Rippen befestigte und untereinander mit Nieten verbundene lange Holzstreifen, die Planken. Sie bilden die Außenhaut des Bootes. Sind die Planken der größeren Festigkeit der Bootswand halber so zusammengefügt, daß jede obere Planke die untere dachziegelartig um ein Stück deckt, so heißt das Boot ein geklinkertes oder Klinkerboot. Stoßen die Kanten der Planken einfach aneinander, so heißt das Boot ein glattes. Zu den Planken verwendet man Eichenholz oder Fichtenholz, bei feineren glatten Booten auch Mahagoni- und Cedernholz. Bei den leichtesten Rennbooten besteht die Außenhaut lediglich aus zwei gebogenen dünnen Holzplatten von Cedernholz. Der obere Bootrand, welcher die Ruderauflage und Ruderdollen trägt, besteht aus einer festeren Planke, dem Dollbord. Auf dem Kiel ruht als Fußboden das Bodenbrett oder das Strenbord. Nur auf das Bodenbrett darf beim Einsteigen in das Boot aufgetreten werden, nie auf die dünne Seitenwand des Bootes: die fast fournierdünne Außenhaut eines Rennbootes z. B. würde man sonst einfach durchtreten.

Bootkörper.

Am Achtersteven oder Stern des Bootes ist mittels Haken in entsprechende Ösen das Steuer eingehängt, bestehend aus dem Steuerstock und dem Steuerblatt. Auf dem oberen Ende des Steuerstockes ruht eine horizontale Platte, das Steuerjoch, auf, an welchem die Leinen befestigt sind, mittels deren das Steuer bewegt wird.

Steuer.

Im Innern des Bootes ruhen auf Verstärkungen der betreffenden Rippen die Ruderbänke auf, denen am Sitzplatz des Ruderers meist ein plattes Ruderkissen aufgeschnallt wird. Hinter jeder Ruderbank befindet sich über dem Bodenbrett, in

Ruderbänke.

Stemmbrett. bestimmter Neigung zur Ruderbank, das Stemmbrett, zum Aufsetzen der Füße beim Rudern. Auf dem Stemmbrett befinden sich Fersenhalter aus Metall, sowie vor allem zwei Fußriemen. Dieselben halten die Füße fest und ermöglichen so dem Körper, sich am Ende des Ruderzuges gänzlich nach hinten überzulegen und aus der Rückenlage wieder aufzurichten. Das Stemmbrett ist verstellbar und wird, da die Beine beim Rudern im Kniegelenk leicht gebeugt sein müssen, je nach der Körpergröße des Ruderers näher oder weiter von der Ruderbank eingestellt.

Dollen. Auf dem festern Bootraud befindet sich das Ruderlager oder die Dolle. Die feste Dolle setzt sich zusammen aus zwei senkrecht aufstehenden oder einander etwas zugeneigten Holzpflöcken, an welchen das Ruder seinen Stützpunkt beim Ruderzug (Ruder- oder Zugpflock), sowie beim Streichen oder Rückwärtsrudern (Streichpflock) findet. Zwischen den beiden Pflöcken befindet sich das Dollenlager. — Die Dollenpflöcke können auch aus Metall gefertigt sein.

Neben den festen Dollen sind auch drehbare eiserne Gabeln zum Einlegen des Ruders, die Drehdollen, vielfach im Gebrauch.

Dollenboot. Ein Boot, welches in allen seinen Teilen der eben gemachten Beschreibung entspricht, bei welchem namentlich die Auflage des Ruders auf dem Bootrand stattfindet, nennen wir ein Dollenboot. Hat das Dollenboot eine glatte Außenhaut und ist es möglichst leicht gebaut, so heißt es Dollen-Rennboot. Dollen-Rennboote sind

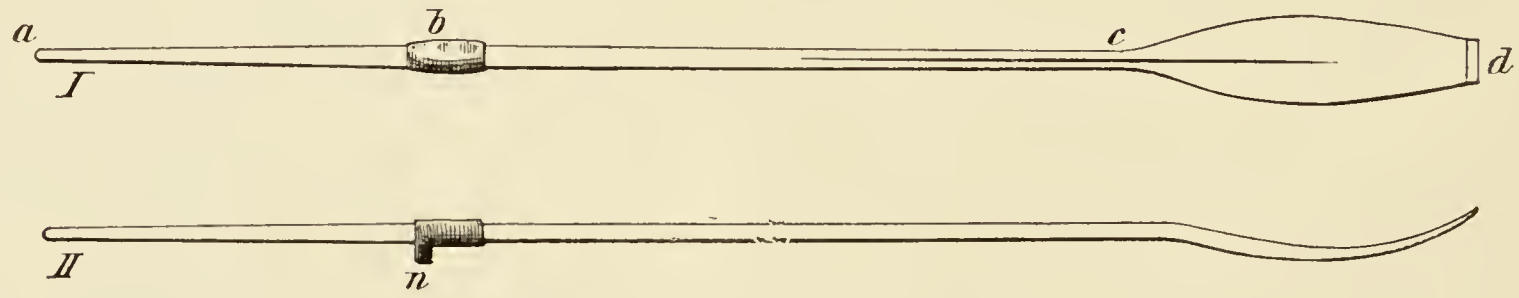


Fig. 526. Ruder: I von oben, II von der Seite gesehen. ab Innenhebel; bc Außenhebel; cd Ruderblatt. Bei b Belederung mit der Nase oder Knagge n (II).

wenig mehr in Gebrauch und durch die Auslegerrennboote verdrängt worden. Anders verhält es sich mit dem geklinkerten Dollenboot oder der Dollen-Gig. Dieses Boot, widerstandsfähig in seinem Bau und breit genug, um nicht bei stärkerem Wellengang, bei seitlichem Anstoß, bei mißlungenem, in die Tiefe abirrendem Ruderschlag („Krebsfangen") usw. gleich umzuschlagen, ist das geeignetste zu weiteren Dauer-Ruderfahrten, sowie zum täglichen Rudern für den, der gesunde Ruderbewegung in herrlicher Luft sucht und nicht mehr den Ehrgeiz besitzt, in Bezug auf Schnelligkeit und Ausgiebigkeit der Ruderarbeit höheren sportlichen Anforderungen zu genügen. Die für zwei Ruderer und einen Steuermann gebaute Dollen-Gig, der „Dollen-Gig-Zweier", ist daher das bevorzugte Vergnügungs- und Tourenboot. —

Ruder. Das Ruder oder der Riemen, welches in einem solchen besseren Ruderboot benutzt wird, ist von möglichst leichtem aber widerstandsfähigem Holz (z. B. Pitch-pine), aus einem Stück gefertigt, und besteht aus dem Schaft und dem gebogenen Ruderblatt (Fig. 526). An der Stelle, wo der Schaft des Riemens dem Dollenlager aufruht, ist der Schaft in einer Breite von 15—20 cm rundum mit Rindsleder belegt. Dadurch wird der Schaft vor Abnützung geschützt und die Reibung vermindert. Ein Fortsatz am innern Ende der Belederung (die „Knagge") verhindert das Auswärtsrutschen des Ruders. Derjenige Teil des Riemenschaftes, welcher nach innen von der Dolle liegt, heißt der Innenhebel, der Teil zwischen Dolle und Blatt der Außenhebel des Ruders. Die Länge des Innenhebels richtet sich nach der Gesamtlänge des Ruders. Das förderlichste Verhältnis zwischen der Länge des Innen- und der des Außenhebels ist

durch Erfahrung festgestellt und kann nicht ohne Beeinträchtigung der Ruderarbeit willkürlich viel geändert werden. Bei dem von einem Ruderer mit zwei Händen geführten langen Ruder beträgt dessen Gesamtlänge 371—381 cm, wovon auf die Länge des Innenhebels 100—105 cm entfallen. Im Auslegerboot wird der Innenhebel um 5 cm, der Außenhebel um 10—12 cm länger. Rudert ein Ruderer („Sculler") gleichzeitig mit zwei Rudern, von denen er jedes mit einer Hand führt, so sind beliebte Maße für ein solches „Scullruder" 300 cm für die Gesamtlänge, 82 cm für den Innenhebel.

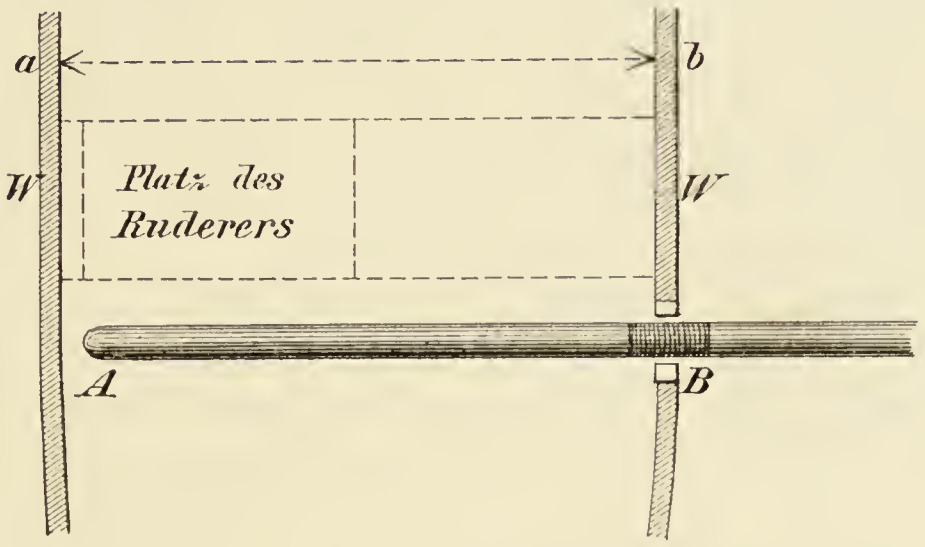


Fig. 527.

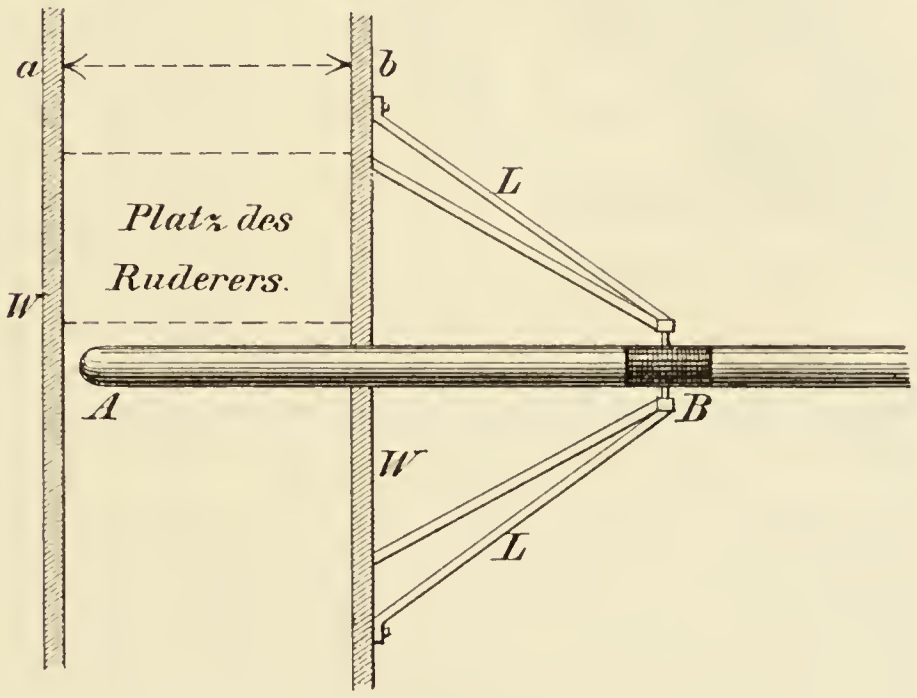


Fig. 528.

Fig. 527 Ruderplatz eines Dollenboots, Fig. 528 Ruderplatz eines Auslegerboots von oben gesehen. In beiden Figuren bedeutet AB den Innenhebel des Ruders, die belederte Stelle liegt bei B zwischen den Dollen; ab Bootbreite; WW die Seitenwände des Boots. Man sieht in Figur 528, wie durch den Ausleger L das Dollenlager B außerhalb des Bootes liegt, wodurch dessen Breite (ab Fig. 528) wesentlich geringer wird als die Breite des Dollenboots (ab Fig. 527), wo das Dollenlager auf dem Bootrand sich befindet. —

Da also die Länge des Innenhebels eine gegebene ist und bei einem solchen langen und ausgreifenden Ruder nicht mehr verkürzt werden kann, so ist die geringste mögliche Breite für ein Dollenboot 106—108 cm. Dabei muß der Ruderer, um am Ende des 105 cm langen Innenhebels noch richtig hantieren zu können, ganz nach außen, an der seiner Dolle gegenüberliegenden Bordseite, sitzen.

Es war die Erfindung des Auslegers, welche die Abhängigkeit der Bootsbreite von der Ruderlänge durchbrach, im Bau leichter schneller Rennboote einen außerordentlichen Fortschritt herbeiführte, und damit entsprechende Steigerung der Fahrgeschwindigkeit, sowie Kraftersparnis beim Rudern erzielte. Unter „Ausleger" versteht man ein leichtes Stangengerüst, welches, an der Außenseite des Bootrandes angebracht, Ausleger.

den Auflage- und Drehpunkt des Ruders von dem Dollbord weg außerhalb des Bootes verlegt. Wie durch die Anbringung des Auslegers es ermöglicht wurde, die Bootbreite wesentlich einzuschränken, zeigen die Fig. 527 u. 528. So entstanden die Auslegerboote: die Ausleger-Gig (geklinkert) und namentlich das neuzeitliche Ausleger-Rennboot, letzteres mit glatter, nur aus zwei großen gebogenen dünnen Blättern bestehender Außenhaut, ohne Außenkiel, außerordentlich leicht und flach, mit Ausnahme des durch ein etwas erhöhtes Dollbord umgebenen Raums für die Ruderer durch eine Deckung von Wachsleinwand gegen das Hereinschlagen von Wasser ins Boot geschützt. Je nach der Zahl der Rudersitze unterscheidet man bei den Ausleger-Rennbooten „Zweier", „Vierer" und „Achter". Zehn- und Zwölfruderer sind dagegen ungemein selten gebaut worden. Ist das Ausleger-Boot nur zur Aufnahme eines Ruderers (Sculler) bestimmt, der also zwei Ruder zu führen hat, so heißt es „Einser" oder „Skiff". Ruderboote, in welchen 2, 4 oder 8 Ruderer je zwei Ruder führen, heißen „Doppelzweier", „Doppelvierer" usw.

Wie die Erfindung des Auslegers vor allem Form und Gewicht des Bootes beeinflußte und zur Schaffung des zum schnellsten Rennfahren unvergleichlich geeigneten neuzeitlichen Rennbootes führte, so war es eine andere Erfindung, die des Rollsitzes, welche die Ruderarbeit als solche umgestaltete, indem sie die mächtige Muskulatur der Beine in wesentlicher Weise am Rudern mit beteiligte. Schon beim Rudern im Dollenboot auf festem Sitz rutscht, wenn der Sitz glatt ist, während des Ausholens zum Ruderzug das Gesäß vor, und rutscht wieder zurück während des Anziehens und Rückschwingens. Daß durch dieses Vor- und Rückschieben des Gesäßes die Ruderarbeit leichter, der Ruderzug länger und ausgiebiger werde, erkannte man schon früher. So kam daher hier und da bei Wettrudern die Gewohnheit auf, die Ruderbank mit Fett oder Seife zu schmieren und sich mit bocksledernen Hose darauf zu setzen. Von da bis zu dem Einfall, statt auf fester Bank zu „rutschen", lieber gleich den Sitz beweglich zu machen, war nur ein kleiner Schritt. In der That war es dem amerikanischen Erfinder des Gleitsitzes, dem Ruderer Babcock (1857), zunächst nur darum zu thun, das „Rutschen" angenehmer zu machen. Erst als nach 1870 der Gleitsitz allgemeinere Verbreitung fand, erkannte man den außerordentlichen Vorteil desselben: nämlich die volle Ausnutzung der Stemm- und Beugekraft der Beine zur Ruderarbeit. Bestand anfänglich der bewegliche Sitz darin, daß derselbe mittels Kufen auf zwei glatten Führungsschienen hin und her rutschen konnte, so wurde die auch hierbei, trotz reichlichen Schmierens der Gleitbahnen mit Fett, unvermeidliche Reibung auf das denkbar geringste Maß zurückgeführt, als die Kufen ersetzt wurden durch Rollen, und der Gleitsitz zum Rollsitz wurde. Der heutige Rollsitz besteht aus einer Platte, welche in ihrer Gestaltung der Form des Gesäßes entspricht, gewissermaßen das Negativ der Gesäßform darstellt. Diese Platte bewegt sich mittels Rädern aus Bronze auf zwei Stahlbändern, den Schienen, hin und her. Im Anfang ließ sich der Gleitsitz um 25—30 cm hin- und herschieben, später wurde die Bewegung auf 50—65 cm ausgedehnt.

Ausleger-Rennboot.

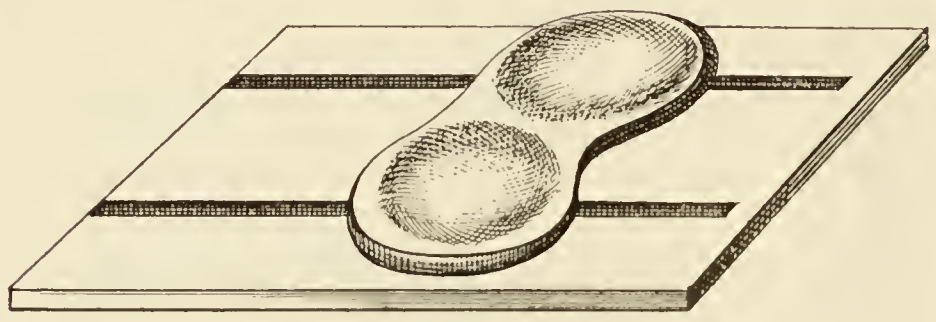


Fig. 529. Gleit- oder Rollsitz.

Gleit- und Rollsitz.

Abgesehen von der als Touren- und Übungsfahrzeug stets noch mit Recht geschätzten Dollengig, werden heute die meisten, zu regelrechtem, gymnastischem Rudern benutzten Boote mit Gleitsitz oder Rollsitz versehen. Allerdings, wer die Kunst eines

schönen und vollkommenen Ruderns erlernen will, muß erst ein fertiger Ruderer auf dem festen Sitz geworden sein, bevor er auf dem Rollsitz arbeitet. Denn der Rollsitz verführt sehr leicht zu unschöner Haltung beim Rudern, wie unten noch zu erörtern ist.

§ 331. Die Bewegung beim Rudern auf dem festen Sitz.

Bewegung beim Rudern auf dem festen Sitz.

Es ist eine ebenso verbreitete als falsche Vorstellung, daß der Hauptanteil der Ruderarbeit auf die Muskeln der Arme entfalle. Dies ist keineswegs der Fall. Weit anstrengender ist bei einem richtigen schönen Rudern das Vor- und Rückschwingen des gestreckt zu haltenden Rumpfes, eine pendelartige Bewegung, welche sich in den Hüftgelenken zu vollziehen hat.

Sitz des Ruderers.

a) Sitz des Ruderers. Der Ruderer sitze im Boot mit gerade gestrecktem Rumpf, Kopf hoch, Blick geradeaus, Brust heraus, Kreuz hohl, die Rumpflast ist auf beide Sitzknorren gleich zu verteilen. Die Füße sind auf das Stemmbrett gesetzt, die Fersen ruhen geschlossen auf dem Fersenhalter, die Fußrücken sind unter die Fußriemen geschoben, Fußspitzen nach auswärts. Das Stemmbrett muß so weit von der Ruderbank entfernt sein, daß die Beine im Kniegelenk leicht gebeugt sind, und zwar so weit, daß der Ruderer beim Ausgreifen noch bequem mit dem Ruder über die symmetrisch nach auswärts gerichteten Kniee hinwegkommen kann, das Ruder wird mit gestreckten Handgelenken von den hakenförmig gekrümmten Fingern leicht umfaßt, der Daumen liegt an der Unterseite des Ruders. Die beiden das Ruder fassenden Hände — die Außenhand knapp am Griffende — sind etwa 5 cm von einander mit ihren Innenrändern entfernt und sind genau symmetrisch vor der Körpermitte zu halten. Die Oberarme liegen den Seiten des Körpers leicht an.

Ausgreifen.

b) Ausgreifen. (Fig. 530). Beim Ausgreifen muß der Körper mit den gestreckten Armen, wobei die Schulterblätter ganz nach vorn und außen stehen, so weit als nur möglich nach vorn gebracht werden. Dabei ist es falsch, die Wirbelsäule zu beugen, und einen krummen Rücken zu machen, vielmehr muß der Rumpf als Ganzes gestreckt bleiben, und darf nur im Hüftgelenk nach vorn geschwungen werden. Ist der äußerste Punkt des Ausgreifens erreicht, so wird das bis dahin horizontal gehaltene Ruderblatt blitzschnell etwas gedreht durch einfaches Lockern des bis dahin innegehaltenen Rudergriffs, so daß es senkrecht ins Wasser taucht und zwar nicht tiefer, als daß das Ruderblatt sich eben im Wasser befindet, und sein oberer Rand mit der Oberfläche des Wassers abschneidet. Unverzüglich, nachdem das Ruderblatt Wasser gefangen, muß auch mit voller Kraft schon der Zug eingreifen, und muß gleichmäßig bis zu Ende durchgezogen werden.

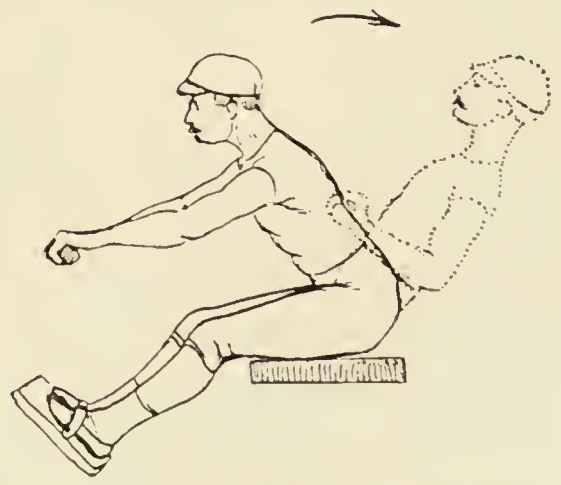


Fig. 530. Ruderbewegung auf festem Sitz.

Der Zug.

c) Der Zug. Beim derart beginnenden Zug richtet sich der vorgestreckte Körper, in den Hüftgelenken schwingend, auf und schwingt weiter nach rückwärts. Die das Ruder haltenden Arme bleiben vorab noch gestreckt. Die Schulterblätter werden nach hinten gebracht und die Arme dann erst langsam gebeugt, so weit, bis die Hände vor der Brust angelangt sind, wenn der Körper die Senkrechte bereits passiert hat und nach rückwärts niedergeht. Das Rückschwingen erfolgt so weit, daß der Körper von seinem Sitz rückwärts fallen würde, wenn nicht die Füße in den Fußriemen ihn hielten. Ist mit dem tiefsten Rückschwingen der Ruderzug vollendet, so werden die Hände gesenkt und gleichzeitig rasch im Handgelenk nach dem Handrücken zu gebogen

(d. h. gestreckt). Dadurch wird das Ruderblatt aus dem Wasser gehoben und derart gedreht, daß seine Unterfläche parallel dem Wasserspiegel steht. Das Ruderblatt kann nun entweder, platt auf der Wasserfläche liegend und leicht über die Wasserfläche hinglitschend, beim Ausholen wieder zurückgebracht werden, oder so, daß es in der Höhe des Dollens über dem Wasser schwebt. Die erste Art des Zurückbringens, das Schleifen, sieht recht hübsch aus und hält das Boot gut im Gleichgewicht, ist aber nur bei glatter Wasserfläche durchzuführen. Ist die Wasserfläche, z. B. durch Wind, Dampferwellen u. dergl. etwas bewegt, so muß das auf der Wasseroberfläche schleifende Ruder die Wellen schneiden, wodurch die Fortbewegung stark gehemmt wird. Daher ist in solchem Falle das Ruder höher zu heben.

Indem der Körper als Ganzes aufgerichtet und wieder nach vorn geschwungen wird, holt er zu einem neuen Ruderzug in der beschriebenen Weise aus. Dabei ist zu bemerken, daß die rhythmische Bewegung des Vor- und Rückschwingens so erfolgt, daß das Rückschwingen mit dem Ruderzug schneller vor sich geht und $^1/_4$ der Zeit der Gesamtbewegung in Anspruch nimmt. Das Vorwärtsschwingen (Ausholen) erfolgt langsamer und nimmt $^3/_4$ der Gesamtzeit in Anspruch

Beteiligte Muskeln.

Fragen wir uns nun, welche Muskelgebiete bei dieser Folge von Bewegungen vorzugsweise ins Spiel kommen, so sind dies am Rumpf vor allem die langen Rückenmuskeln beim Rückwärtsschwingen, sowie die Bauchmuskeln, namentlich der gerade Bauchmuskel, beim Vorwärtsschwingen. Da das Schwingen im Hüftgelenk erfolgen soll, das Becken also mit dem Rumpfe gleichsinnig bewegt wird, so fällt ein besonders großer Teil der Arbeit des Rumpfschwingens dem kräftigen Lenden-Hüftbeinmuskel für das Vor-, dem großen Gesäßmuskel für das Rückschwingen zu. Ebenso werden die Schenkelbeuger durch Zug am Sitzknorren beim Vorrutschen während des Vorschwingens, der lange, vom unteren vorderen Darmbeinstachel entspringende Kopf des Schenkelstreckers beim Aufrichten aus der tiefen Rückenlage beteiligt. Das Kniegelenk erleidet dabei abwechselnd leichte Beugung und Streckung (nach Silberer von einem Winkel von 105^0 zum Winkel etwa von 112^0). Wer einmal eine weite Strecke in mehrstündigem Rudern angestrengt durchrudert hat, weiß, daß die Ermüdung der Bein- und Hüftmuskeln sich dann sogar fühlbarer macht als die Ermüdung der Arme. Daß die Arm- und Schultermuskeln, Brustmuskeln und breite Rückenmuskeln lebhaft an der Ruderbewegung teilnehmen, ergiebt sich aus der Art der beschriebenen Armbewegungen von selbst.

Atemgang beim Rudern.

Was die Atmung betrifft, so ist deren Gang, ähnlich wie dies beim Schwimmen beschrieben war, dem Gang der Bewegung anzupassen. Während des Zuges — derselbe nimmt, wie erwähnt, $^1/_4$ der Zeit eines ganzen Ruderschlags in Anspruch —, steht die Atmung still: Akt der Anstrengung, indem, um den Arm-, Schulter- und Rumpfmuskeln festen Ansatz zu geben, die Stimmritze geschlossen wird. Im Übrigen erfolgt in der Vorwärtslage beim Ausholen die Einatmung, die Ausatmung dagegen beim Rückschwingen nach vollendetem Zug.

Da im Dollenboot mit festem Sitz bei ruhigem Rudern 26 — 28 — 30 Ruderzüge in der Minute gemacht werden, so würden also auch ebensoviele Ein- und Ausatmungen in der Minute stattfinden. Bei schnellstem Rudern (Wettrudern über eine bestimmte Strecke) ist solch regelmäßiger Atemgang indes, wie wir unten sehen werden, nicht aufrecht zu erhalten.

Bewegung beim Rudern auf dem Gleit- oder Rollsitz.

§ 332. Die Bewegung beim Rudern auf dem Gleit- oder Rollsitz.

Die Grundbewegungen des Ruderns beim Gleit- oder Rollsitz sind im großen und ganzen von den oben beschriebenen Ruderbewegungen beim festen Sitz dadurch verschieden, daß 1. die Beine durch starke Beugung und Streckung ganz anders mit

beteiligt werden, und 2. das Schwingen des Rumpfes weniger ausgiebig zu erfolgen braucht.

Beim Ausgreifen bewegt sich der Rollsitz so nahe an das Stemmbrett heran, daß die Beine bis zu einem Winkel von etwa 60° im Kniegelenk gebeugt werden, und daß im Augenblicke des stärksten Vorgreifens die Spitzen der Kniee gegen 8 cm höher stehen als die Hände und zwei Handbreit etwa vor den Brustwarzen sich befinden. Dagegen kann der Rumpf nicht in dem Grade vorgeschwungen werden wie beim Rudern auf festem Sitz. Denn während hier der Rumpf bis zu einem Winkel von 40° mit dem Bootrand vorgebeugt wird, ist dies beim Rollsitz höchstens bis zu einem Winkel von 70° möglich, und zwar deshalb, weil eine starke Beugung im Hüftgelenk durch die Beugung des Knies mit gleichzeitigem Vorschieben des Rollsitzes bereits vorhanden ist. Eine weitere Beugung im Hüftgelenk kann also nicht mehr statthaben. Das Bestreben indes, mit den gestreckten Armen möglichst weit auszuholen, führt aber gerade in dieser Lage leicht dazu, da nun einmal weitere Beugung im Hüftgelenk nicht möglich ist, die Wirbelsäure oberhalb zu biegen, um dadurch ein etwas weiteres Ausgreifen mit dem Ruder zu ermöglichen. An Stelle der schönen gestreckten Rumpfhaltung auch beim tiefsten Vorschwingen tritt dann eine unschöne Krümmung des Ausgreifen.

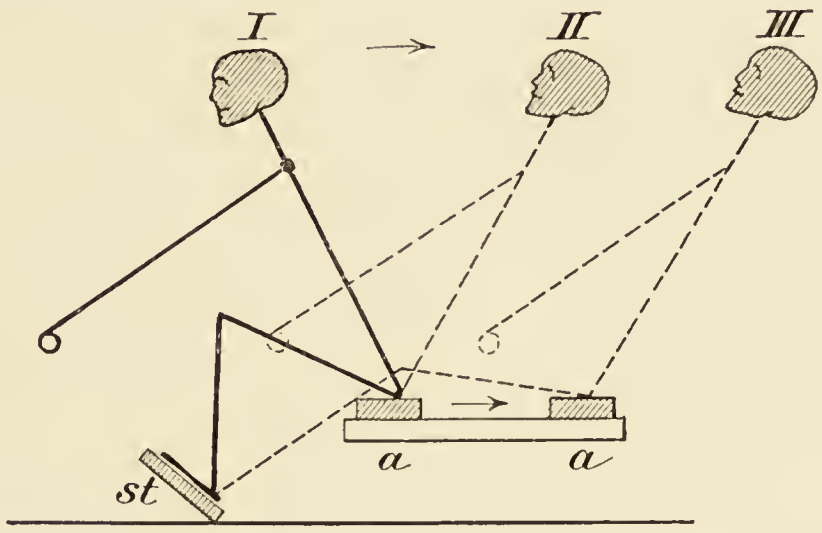


Fig. 531. Schema der Bewegung des Ruderns auf dem Rollsitz. I Ausholen; II Rücklegen des Rumpfes; III Gleiten nach hinten unter Strecken der Beine. st Stemmbrett; a Rollsitz, der nach hinten gleitet.

Rückens, ein richtiger Katzenbuckel. Bei einem Ruderer, der sich dies einmal angewöhnt hat, ist die zusammenkauernde Stellung des weitesten Ausholens, weil auch noch mit krummem Rücken verbunden, eine ausnehmend häßliche. Daher hat die Schulung des Ruderers auf festem Sitz, wobei das Schwingen mit gestreckt gehaltenem Rumpf vor allem geübt wird, auch für das Rudern auf dem Rollsitz im Interesse einer schönen Form des Ruderns so großen Wert.

Bei dem nun beginnenden Ruderzug ist die erste im Sinne des Zuges auszuführende Bewegung das Aufrichten und Hintenüberschwingen des Rumpfes, sodaß also möglichst bald nach Beginn des Zuges schon das Rumpfgewicht mittels der gestreckten Arme am Ruder hängt, und durch seine Last den Zug verstärken hilft, während die Muskeln, welche den beim Ausgreifen vornüberhängenden Rumpf hielten, so schnellstens wieder entlastet sind. Nun erst greifen die kräftigen Strecker der Beine: der Wadenmuskel, der vierköpfige Schenkelstrecker, der große Gesäßmuskel kraftvoll ein, und strecken die Beine, wobei das Gesäß mit dem Rollsitz möglichst weit nach hinten geht (die Verschiebung des Sitzes kann wie schon erwähnt, 50—65 cm betragen). Die Streckung der Beine ist nun so bedeutend, daß der anfängliche Winkel des Kniegelenks von etwa 60° beim Ausgreifen am Ende des Zuges bis auf 150° vergrößert ist. Vollständige Streckung des Kniegelenkes bis nahe an 180° würde dagegen die sofort nach

vollendetem Zug wieder einsetzende Beugung im Kniegelenk erschweren. Erst ganz vor Ende des Zuges, bei gestreckten Beinen und zurückliegendem Rumpfe, ist es die Beugung der Arme, welche den Ruderzug vollendet. Bis dahin hatten die gestreckten Arme nur die mächtige Muskelarbeit der Rumpf- und Beinmuskeln sowie die Wirkung des Rumpfgewichts auf das Ruder übertragen.

Während beim Anziehen die Rumpfbewegung der Beinbewegung vorauszugehen hatte, ist beim Wiederausgreifen die Sache umgekehrt: die Beugung der Beine mit Wiedervorgleiten des Sitzes erfolgt zunächst, und erst nachdem diese im Gange, wird der zurückgelegte Rumpf wieder aufgerichtet und vorgeschwungen. —

Vorteile des Rollsitzes.

Der wichtigste Erfolg des Ruderns mit Rollsitz ist zunächst die Beteiligung der Beinmuskulatur an der Ruderarbeit, und zwar, wie die Beschreibung der ganzen Bewegung zeigt, in außerordentlichem Umfange. Die Beine leisten den Hauptteil der Ruderarbeit auf dem Rollsitz, und das bedeutet in Anbetracht der Mächtigkeit der Beinmuskeln eine große Erleichterung für die Ruderarbeit. Andererseits wird die Arbeit der Beuger und Strecker des Rumpfes eine geringere als beim Rudern auf festem Sitz, dem nach dieser Richtung hin wenigstens ein Vorzug gebührt.

Der Ruderzug beim Rudern auf dem Gleitsitz wird ein längerer als er auf festem Sitz möglich ist, und zwar ist es weniger das Ausgreifen, welches ausgiebiger wird, als das Ende des Zuges. Die Angaben darüber, um wie viel der Ruderzug verlängert wird, sind nicht genau übereinstimmend.

Kommt nun zu der Verlängerung des mit einer größeren Anzahl stärkster Muskeln ausgeführten Ruderzuges hinzu, daß die Ruderzüge im Rennboot mit Rollsitz schneller ausgeführt werden können (beim Ruderrennen bis auf 38—40 Ruderschläge in der Minute), so ist nicht zu verwundern, daß die Fortbewegung in einem solchen Ruderboot eine außerordentlich schnelle wird, so daß z. B. eine gute Rudermannschaft in einem Viererrennboot 2000 Meter in $7^1/_2$—8 Minuten zurücklegt, was der Schnelligkeit eines mittelguten Dauerläufers entspricht.

Alles in allem sind die Vorteile der Rennboote mit Rollsitz für Schnell- und Wettfahrten, d. h. für den Betrieb des Ruderns als Schnelligkeitsübung, derartig überwiegend, daß sie hier die Boote mit festem Sitz gänzlich verdrängt haben. Andererseits gewähren die Dollenboote oder Halbausleger mit festem Sitz, welche mehr Sicherheit bieten, weit dauerhafter gebaut und auch weniger kostspielig sind, in mindestens demselben Grade die Möglichkeit einer ebenso vollkommenen als schönen Ruderarbeit und sind deshalb für Schüler sowohl, wie für solche Liebhaber des Ruderns, denen es weniger auf Leistungen im Schnellfahren wie auf erfrischende gesunde Leibesübung ankommt, noch immer die geeignetsten.

Das Rudern als Schnelligkeitsübung.

§ 333. Das Rudern als Schnelligkeitsübung.

Die körperlichen Einwirkungen des Ruderns sind ungemein tiefgreifende. Bei keiner Art von Leibesübung wird der größte Teil der Körpermuskulatur in gleichem Umfang zur Arbeit vermocht. Da diese Arbeit eine verteilte, so sind gleichwohl die örtlichen Ermüdungserscheinungen in den vorzugsweise arbeitenden Muskeln beim Rudern wenig hervortretend, nicht mehr als auch bei anderen Schnelligkeits- und Dauerübungen, denn das Rudern zählt in ausgesprochenem Maße zu diesen Übungsarten. Was dagegen die Ermüdung der großen Organthätigkeiten der Atmung und des Kreislaufs, sowie das Eintreten von Allgemeinermüdung betrifft, so macht es auch hier einen deutlichen Unterschied, ob das Rudern als Schnelligkeitsübung, d. h. zur Erreichung der höchstmöglichen Fahrgeschwindigkeit über eine bestimmte Strecke oder

eine bestimmte Zeit hindurch betrieben wird, oder ob die Ruderbewegung genügend gemäßigt wird, um lange Zeit hindurch fortgesetzt werden zu können, ohne daß das Gleichgewicht zwischen den Anforderungen an die Lungen- und Herzkraft und den Leistungen dieser Organe eine Störung erleidet.

Betrachten wir zunächst das Rudern als Schnelligkeitsübung. Es liegen hierüber eine Reihe von ganz hervorragenden Untersuchungen und Beobachtungen vor, welche G. Kolb auf dem Übungsplatze eines Berliner Rudervereins, mit hingebender Unterstützung seiner Rudergenossen, gewonnen hat. In den nachstehenden Erörterungen werden wir vorzugsweise den Feststellungen Kolbs folgen. —

Muskelarbeit.

Was die beim schnellsten Rennrudern — die Strecke von 2000—2500 Metern wurde gewöhnlich mit dem Viererboot in etwa 8 Minuten durchfahren — geleistete Muskelarbeit betrifft, so fehlen hier, wie beim Rudern überhaupt, noch alle Anhaltspunkte, um den geleisteten Arbeitsaufwand ähnlich wie beim Gehen, Bergsteigen, Laufen und Springen in Kilogramm-Metern zu bestimmen und so wenigstens einen annähernden Begriff von dem Umfang der geleisteten Muskelarbeit zu gewinnen. Indes gewinnen wir eine Vorstellung davon doch aus folgender Betrachtung. Beim schnellsten Rudern findet bei jedem Ruderschlag eine flüchtige äußerste Zusammenziehung, d. h. eine Höchstarbeit der größten Muskelmassen des Körpers statt. Beim Ausgreifen ist, wie wir sahen — es handelt sich natürlich um Rennboote mit Rollsitz — der Körper ganz zusammengekauert in äußerster Beugung, mit Ausnahme der Arme. Beim Ruderzug wird der Rumpf gestreckt und nach hinten gelegt, werden die Beine gestreckt, und endlich die Arme gebeugt und die Schulterblätter zurückgezogen. Dann wird wieder in die Grundstellung zurückgegangen: der Gesamtstreckung folgt wieder die Gesamtbeugung. Nun werden beim Rennfahren in der Minute 32—42 Ruderschläge in der Minute gemacht, und die erlangte Fahrgeschwindigkeit beträgt durchschnittlich 4,5 Meter in der Sekunde. Über die Strecke von 2000 Metern würden also in 8 Minuten gegen 300 Ruderschläge gemacht, d. h. gegen 300 Mal finden in dieser kurzen Frist Höchstzusammenziehungen der größten Muskeln des Körpers statt. Das ergiebt eine ganz gewaltige Arbeitssumme.

Einfluß auf die Atmung.

Dem entspricht denn auch die Einwirkung auf Atmung und Herzschlag. Was zunächst die Atmung betrifft, so muß vorausgeschickt werden, daß es sich bei den Untersuchungen von Kolb um muskelstarke, im Träning befindliche junge Leute mit hervorragend großer Lungenkraft handelte. Gleichwohl führte während der kurzen Ruderarbeit über die genannte Rennstrecke am Ende des Rennens die Atemanstrengung stetig bis zur Grenze der Atemermüdung und Atemerschöpfung. Es ist oben bemerkt, daß mit ruhiger Ruderarbeit der Atemgang derart verbunden werden kann, daß jedesmal mit dem Ausgreifen die Einatmung vor sich geht, welcher nach Beendigung des Ruderzuges die Ausatmung folgt; während des Zuges ruht die Atmung bei gefüllter Lunge durch Schluß der Stimmritze (kurzer Akt der Anstrengung oder Pressung). Beim schnellen Rennfahren ist aber eine solche regelmäßige Aus- und Einatmung nicht möglich.

Und zwar verläuft nach den Aufzeichnungen, welche Kolb mit seinem Registrierapparat machte, der Atemgang bei einem solchen Rennfahren in folgender Weise.

Zunächst beim Abfahren (Start), wo es darauf ankommt, mit äußerster Kraft dem bis dahin ruhenden Boot gleich die volle Geschwindigkeit zu erteilen, arbeiten die Ruderer mit angehaltener Atmung (Pressung), so daß 5—10 Sekunden lang hier überhaupt Atemstillstand besteht. Dann setzt die Atmung plötzlich ein, geht in einer halben Minute auf 40 Atemzüge (auf die Minute berechnet) und weiter auf 50—60. Wird jetzt noch einmal derart mit Aufgebot aller Willenskraft äußerste Anstrengung geleistet,

gleichwie zu Beginn des Rennens, so kann die Atmung schnell auf 120—140 ansteigen, es tritt Atemerschöpfung ein und die gesamte Muskulatur versagt infolge der Kohlensäureanhäufung im Körper — ähnlich wie nach einem Wettlauf von ähnlicher Dauer vorübergehend völlige Erschöpfung eintritt. Eine geübte Mannschaft wird sich natürlich nicht derart vorzeitig „auspumpen". — Beim normalen Verlauf der Rennfahrt tritt nach der ersten Minute ein beengendes Gefühl in der Kehlkopfgegend ein, wie es auch bei sehr starken Kraftübungen — z. B. Hantelstemmen — gespürt wird. Dabei ist das Gesicht sehr bleich — während nach dem bald wieder eintretenden Schwinden dieses zuschnürenden Gefühls Wärmegefühl und Röte des Kopfes eintritt. Nach zwei Minuten der Fahrt machen sich Ermüdungserscheinungen geltend, die überwunden werden müssen; der nun folgende Schweißausbruch bringt Erleichterung. Eine neue Ermüdung, Nachlassen der Leistungstüchtigkeit und Atemnot, tritt nach etwa fünf Minuten ein; die Häufigkeit des Pulses, sowie der Kohlensäuregehalt der Ausatmungsluft sind gestiegen, während infolge beginnender Ermüdung der Atemmuskeln die Zahl der Atemzüge eher etwas abnimmt und überhaupt nicht über 60 steigt. Nur zum Schluß des Rennens, wo mit äußerster Anspannung aller noch verfügbaren Kräfte noch einmal das Möglichste an Muskelanstrengung geleistet wird, steigt auf einmal die Atmung schnell an und erreicht unter allen Zeichen stärkster Atemerschöpfung die Ziffer von 120 in der Minute. Atemlos, krampfhaft mit den Händen nach dem Bootrand greifend, um die Hilfsatemmuskeln besser zu bethätigen und der quälenden Blutüberfüllung der Lungen Herr zu werden — so befinden sich die Ruderer, nachdem das Ziel passiert ist. Alle diese Erscheinungen schwinden aber auch, nachdem Körperruhe eingetreten und der Atemgang wieder regelmäßiger geworden ist, oft „erstaunlich schnell". Nach wenigen Minuten tritt ein Zustand angenehmer Erschlaffung und leichten Müdigkeitsgefühls — welches zu der kolossalen geleisteten Muskelarbeit in keinem Verhältnis steht — ein, ähnlich wie beim Wettläufer. Nach einer Stunde sind gute Ruderer im stande, ein solches Rennen noch einmal zu fahren.

Bei längeren Rennfahrten tritt solcher Wechsel von Ermattung und Versagen der Kräfte, dem dann wieder Wohlbefinden folgt, noch häufiger ein. In ausgeprägtem Maße allerdings auch bei kürzeren Rennfahrten nur dann, wenn die Rudermannschaft thatsächlich über ein volles Maß von Energie verfügt und dieses auch gänzlich einsetzt, um den höchstmöglichen Grad von Leistung über die befahrene Strecke zu erreichen. Wo die Mannschaft die Übung und Energie nicht besitzt, um bei einem Rennfahren alles zu geben, was an Willenskraft wie an physischer Kraft in ihr steckt, da sind auch die eben beschriebenen Ermüdungserscheinungen nicht so ausgesprochene.

Das Rudern als Schnelligkeitsübung ist eine Höchstleistung, welche durch die Menge der arbeitenden Muskeln vor allem die Atmung in Anspruch nimmt. Wir fanden ähnliche Steigerung der Atemthätigkeit bis zur Atemnot früher beim Lauf, indes ist die Beeinflussung der Atmung beim Rudern doch noch eine größere. Und zwar deshalb, weil die Höchstarbeit des größten Teils aller Skelettmuskeln, wie sie beim schnellsten Rudern stattfindet, auch eine entsprechende außerordentliche Steigerung des Stoffwechsels und stärkstes Anwachsen der auszuscheidenden Kohlensäure notwendig im Gefolge hat.

Steigerung der Kohlensäureausscheidung.

In welchem Maße bei einer solchen Rennfahrt die Kohlensäureausscheidung wächst, untersuchte Kolb dadurch, daß er die Ausatmungsluft der Rudernden in verschiedenen Abschnitten des Rennfahrens auffing, und den prozentischen Gehalt dieser Ausatmungsluft an Kohlensäure bestimmte. In der Ausatmungsluft befinden sich bei ruhiger Atmung und bei Muskelruhe des Körpers, wie wir oben sahen, 4,38 Volumprozent Kohlensäure. Wird der Atem angehalten, so vermehrt sich natürlich der Kohlensäuregehalt der Atmungsluft. Vierordt giebt darüber folgende Ziffern:

Atemstillstand über Sekunden:	Kohlensäuregehalt der Ausatmungsluft:
20	5,1 Prozent
40	5,7 „
60	6,3 „
80	6,7 „
100	7,4 „

Nach den Bestimmungen Kolbs enthält während einer Ruderrennfahrt gleich mit Beginn des Rennens die Ausatmungsluft bereits einen Kohlensäuregehalt von 6 %. Dieser wächst bis zum Anfang der sechsten Minute noch auf 7 %, um dann wieder auf 6 % zu sinken.

Rechnen wir die Atemgröße beim Ruderrennen mit 1500 ccm, so beträgt bei 50 Atemzügen in der Minute die gesamte bei der Atmung ventilierte Luftmenge 75000 ccm. Darin sind, bei durchschnittlich 6,5 Volumprozent, 4875 ccm Kohlensäure. Für das ganze Rennen in acht Minuten macht das einen Gaswechsel von $8 \times 75000 = 600000$ ccm = 600 Liter Luft mit rund 39000 ccm = 39 Liter Kohlensäure.

In der Ruhe würden aber nur gegen 2000 ccm Kohlensäure ausgeatmet worden sein. 4,38 Volumprozent Kohlensäure werden als Kohlensäuregehalt der Ausatmungsluft in der Ruhe angegeben. Werden 500 ccm bei der Ruhe mit jedem Atemzug aus- und eingeatmet, wie dies die Mittelzahl für den Erwachsenen ist, so sind in den 500 ccm Ausatmungsluft enthalten 21,9 ccm Kohlensäure, und bei 12 Atemzügen in der Minute (dies war die Mittelzahl bei den Ruderern Kolbs) $12 \times 21{,}9 = 262{,}8$ ccm; für acht Minuten aber $8 \times 262{,}8 = 2102{,}4$ ccm = 2,1 Liter Kohlensäure.

Mithin übertraf bei diesen Übungsrennfahrten die Kohlensäureausscheidung, d. h. der Gaswechsel, um das Neunzehnfache die Kohlensäureausscheidung in der Ruhe. Und da bei den Übungsrennfahrten, während welcher jene Messungen stattfanden, noch nicht das äußerste Maß von Schnelligkeit erreicht war, wie es bei der wirklichen Wettfahrt der Fall ist, so kann man wohl sagen, daß beim Wettrudern der Gaswechsel in den Lungen um das Zwanzigfache gesteigert erscheint. Es giebt das einen Maßstab für die mächtigen Stoffumsetzungen, welche beim Rudern, als Schnelligkeitsübung ausgeführt, im Körper mit einem Schlag vor sich gehen.

Einwirkung auf das Herz

Ähnlich wie diese mächtige Zunahme des Stoffwechsels mit einer Steigerung der Atemthätigkeit bis zum Eintritt der Atemerschöpfung vor sich geht, wird auch die Herzthätigkeit gesteigert. Die Pulsziffer schnellt bei schnellstem Rudern außerordentlich rasch hinauf, und wächst bis zu 240 Pulsen in der Minute an. Da in den großen arbeitenden Muskelgebieten die Muskelblutgefäße stark gefüllt und erweitert sind, so ist der Blutdruck kein hoher, ein Umstand, welcher einer allzustarken Belastung der Herzarbeit beim Rudern günstig entgegenwirkt. Es tritt eben die mächtige Einwirkung auf die Atmung beim schnellsten Rudern weit mehr in die Erscheinung. Gleichwohl sind einige Fälle von Ohnmacht, ja von plötzlichem Tode (der englische Meisterruderer Renforth 1877) beim Wettrudern bekannt, welche wohl kaum anders als durch Überanstrengung des Herzens zu erklären sind. Andererseits liegen für die Vermutung, als könnten durch die Anstrengungen des Wettruderns und das sportmäßige Tränieren dazu dauernde Schädigungen des Herzens, Erweiterung desselben, sowie Entartung der Muskulatur entstehen, keinerlei Beweise vor. Allerdings — wer keine kräftigen Lungen, kein durchaus gesundes Herz hat, bleibe vom Wettrudern und dem Tränieren dazu ferne.

Rudern als Dauerübung.

§ 334. Das Rudern als Dauerübung.

Ähnlich wie die Einwirkungen schnellsten Laufes sich unterscheiden von der Einwirkung der Laufübung im Spiel, des langsamen Dauerlaufes, des Eilmarsches oder des ruhigen Bergsteigens, so unterscheiden sich auch die Einwirkungen des schnellsten Ruderns beim Rennfahren von denen eines ruhigen, aber ausgreifenden Dauer-, Übungs- oder Erholungsruderns. Ein solches vereint eine Reihe von unschätzbaren Übungserfolgen in sich, Erfolge, welche dem Rudern auf Strom oder See vor vielen andern Leibesübungen einen hervorragenden Übungswert verleihen.

Übung der Muskulatur.

Zunächst in Bezug auf die Muskelübung und -kräftigung. Wir sahen oben, daß sämtliche Hauptmuskeln des Skeletts beim Rudern beschäftigt werden. Ein Dauerrudern, eine oder mehrere Stunden hindurch, bedeutet mithin für alle diese Muskeln ein sehr hohes Maß von Übung und Kräftigung. Dies gilt für die Muskeln des Rumpfes, der Schultern und der Arme ebensogut wie für die der Schenkel. Die Kräftigung der langen Rückenmuskeln wie der Bauchmuskeln verdient besonders hervorgehoben zu werden. Falls ein Ruderer in schöner Form mit dem Ruder zu arbeiten gelernt hat, und diese Form stetig wahrt, erzielt die Ausbildung der Rumpfmuskulatur beim Schwingen des Körpers eine schöne gerade Körperhaltung und eine kräftige gewölbte Brust.

Belebung des Stoffwechsels.

Diese Übung und Bethätigung der Gesamtmuskulatur geht einher mit einer entsprechenden Belebung des Stoffwechsels. Das zeigt sich in der Vergrößerung des Atemumfangs, der Vermehrung des Gaswechsels, die bei keiner Übung als so hoch nachgewiesen ist, in der Beschleunigung des Blutumlaufs, in der stärkeren Ausscheidung stickstoffhaltiger Substanzen im Harn, worüber Messungen von Lagrange vorliegen. Der Stoffverbrauch wird gesteigert, aber auch der Stoffansatz, wenigstens hinsichtlich der Zunahme an kraftgebendem Muskelgewebe. Ebenso wird die Thätigkeit der Haut stark angeregt: kräftiges anhaltendes Rudern ist stets mit oft äußerst starkem Schweißverlust verbunden, der übrigens auf dem Wasser meist angenehm empfunden wird. Für kräftige fettreiche Männer bedeutet eine längere Ruderfahrt immer einen nicht unerheblichen Gewichtsverlust, und bei regelmäßigem Rudern tritt eine wohlthätige Entfettung des Körpers ein, falls nicht die sonstige Lebensweise allzusehr angethan ist, diesen Verlust gleich wieder wett zu machen.

Atmung.

Daß das Rudern in stärkster Weise den Atemgang beeinflußt, sehen wir bei Schilderung der Einwirkungen des Schnellruderns. Beim ruhigen Dauerrudern handelt es sich um eine auf gleicher Höhe bleibende beträchtliche Steigerung des Atmungsvorganges. Dieselbe ist um so wirksamer und für die Atemmuskeln um so übender, als sie sich in regelmäßigem Gange mit der Ruderbewegung verbindet, indem die Einatmung mit dem Ausgreifen erfolgt, während die Ausatmung nach Beendigung des Ruderzuges stattfindet. Ganz besonders muß aber auf die Beschaffenheit der umgebenden Luft beim Rudern hingewiesen werden. Die Luft dicht über der Wasserfläche ist gänzlich staubfrei und um so reiner, je weiter man vom Ufer entfernt ist. Man atmet sie geradezu mit Genuß und empfindet die herrliche Luft über dem Wasser wie ein erfrischendes Bad für die Lungen.

Kreislauf.

Für die Herzthätigkeit und den Blutkreislauf bedeutet die Ruderarbeit eine äußerst wirksame Belebung von ähnlichem Umfang und gleich bedeutsam wie auch bei andern Schnelligkeits- und Dauerbewegungen.

Thätigkeit der Haut.

Daß die Hautthätigkeit beim Rudern besonders stark ist, zeigt die stetig vorhandene, oft sehr beträchtliche Schweißabsonderung, die schon erwähnt ist. Die gesunde Steigerung der Kreislaufthätigkeit bewirkt, daß die Haut stets reichlich von

Blut durchflossen und lebhafter gerötet ist. Daher auch an den unbedeckten Körperstellen unter dem Einfluß des Sonnenlichts gerade beim Rudern die Haut sich besonders schnell dunkler abtönt, und bei fleißigem Rudern einen wahren Bronzeton annimmt, stärker als bei Bewegung in der Landluft. Allerdings kommt auf dem Wasser zu dem Einfluß der direkten Sonnenstrahlen noch die Wirkung der von der Wasseroberfläche reflektierten Strahlen hinzu.

Abhärtung der Haut.

Der Ausdauer in der Ruderarbeit kommt es sehr zu statten, daß selbst an heißen Tagen das Ruderboot von dem stets kühleren Wasser umgeben und die Luft über dem Wasserspiegel stets weniger heiß ist, wie auf dem von der Sonne gedörrten staubigen Erdboden. Umgekehrt empfindet man die Abkühlung auf dem Wasser in geringerem Grade — abgesehen davon, daß man bei kühler Luft zur erwärmenden Ruderbewegung besonders aufgelegt ist. Zur Ruderarbeit gehört aber eine leichte Kleidung — viele Ruderer rudern selbst im kühlen Herbst nur mit leichtem Flanellzeug bekleidet, welches am Halse weit ausgeschnitten ist und Arme wie Unterschenkel ganz unbedeckt läßt. Dies macht den fleißigen Ruderer immer weniger empfindlich gegen kühlere Luftbewegung; er kümmert sich wenig darum, in seinem dünnen Wams schon beim kleinsten Regenfall oder bei anspritzendem Wasser bis auf die Haut naß zu werden. Viele Ruderer machen es sich namentlich beim Tränieren — wo dies auch vorgeschrieben ist — zur Gewohnheit, bei der Rückkehr von der Ruderfahrt mit dem schweißbedeckten Körper unter die kalte Dusche zu gehen. Dieselbe hat dabei noch die Wirkung, durch Verengerung der bis dahin erweiterten Blutgefäße der Haut den Blutdruck wieder zu steigern. So bewirkt die rechte Pflege des Ruderns einen hohen Grad von Abhärtung und Wetterfestigkeit.

Moralische Einwirkungen.

Dem Rudern sind aber auch eine Reihe wertvoller moralischer Einwirkungen eigen. Sich dem schwanken dünnen Ruderboot anzuvertrauen, erfordert an sich schon einen gewissen Mut. Dieser darf nicht verwechselt werden mit dem Leichtsinn, den des Ruderns gänzlich Unkundige so vielfach beweisen, indem sie sich mit mangelhaften Mietsbooten hinaus aufs Wasser wagen, und ihr eigenes Leben wie auch das anderer aufs Spiel setzen. Im Gegenteil, wer mit dem Fahren auf dem Wasser vertraut geworden, weiß Wagemut in rechter Weise mit Vorsicht zu verbinden. Bei weiteren Fahrten über Fluß und See gilt es unausgesetzt Obacht zu geben darauf, daß man allzuseichte Stellen vermeidet, an verankerten Schiffen, Tauen und Ketten, Bojen und Pfählen richtig vorbeikommt; daß man entgegenkommenden Schiffen richtig ausweicht, auf entsprechende Steuerung bei ankommenden stärkeren Dampferwellen gut achtet, mit der nötigen Besonnenheit den Kurs stark fahrender Schiffe kreuzt usw. Kurz, es sind der Gelegenheiten auf dem Wasser außerordentlich viele, wo ein scharfes Auge, richtiges Abmessen, ruhiges Erwägen und entschlossenes Ausführen erfordert wird — Eigenschaften, die den kundigen Fahrer auszeichnen. Es darf dabei auch der gute Humor nicht fehlen, selbst wenn ein von unkundiger Hand geleitetes Vergnügungsboot in unberechenbarem Zickzackkurs in den Weg läuft und die frische schnelle Fahrt aufhält. Vor allem aber muß der Ruderer, der mit anderen gemeinsam im Boot arbeitet, unbedingte Zucht bewähren, nicht nur unausgesetzt auf streng gleichmäßige Arbeit achten, sondern auch den Anordnungen des Bootsführers, sei dies der Steuermann oder der Schlagmann (der dem Steuer zunächst sitzende Ruderer), unbedingt Folge zu leisten. Wenn es auch selbstverständlich ist, daß ein Ruderer zugleich ein guter Schwimmer sein muß — denn es gehört nicht viel dazu, um gelegentlich einmal mit dem Boot umzukippen — so vergesse man doch nie, daß es zahlreiche Gelegenheiten giebt, wo hoher Wellengang bei Sturm, oder fehlerhaftes Fahren gegen Ankerketten, Landungsbrücken, größere Schiffe usw. auch den besten Schwimmer in Lebensgefahr bringt. So frohgemut das schnelle Dahingleiten auf

weitem Wasserspiegel mittels erfrischender Ruderbewegung macht, nie darf man vergessen, daß eine jede Fahrt auf kleinem schmalen Boot auch ihre ernste Seite hat, und man sich oft urplötzlich einer gefahrdrohenden Lage gegenüber befinden kann. Mag für eine übertrieben sportliche Anschauung der Hauptzweck der Ruderübung im schnellsten Streckenfahren, im Rennrudern bestehen, und mag für das Rennrudern eine vom Schiffsverkehr nicht berührte stille Wasserfläche die willkommenste Übungsstätte abgeben, die besten Tugenden des Ruderers und der schönste Genuß des Fahrens werden erst offenbar bei längeren Dauerfahrten.

Ästhetisches Genießen.

Wie dem rüstigen Bergwanderer die herrlichen wechselnden Natureindrücke die Arbeit des Wanderns und beschwerlichen Steigens zum Genuß stempeln, so wird der Ruderer für seine schweißtreibende Arbeit reichlich entschädigt durch die Fülle wechselnder Bilder auf Strom und See. Gerade auf dem Wasser genießt man die verschiedenen Luftstimmungen, wie sie durch den Stand der Sonne, Wolkenbildung, Duft und Nebel so mannigfaltig sich gestalten, am allerschönsten. Wer in anmutiger Landschaft z. B. in den Frühstunden des Frühlings und Sommers tagtäglich hinausfährt, wird auch tagtäglich immer wieder neue frische Eindrücke empfinden, wenn er auf der weiten Wasserfläche dahingleitet. Für jedes empfängliche Gemüt bietet die Gewohnheit regelmäßiger oder doch häufiger Ruderarbeit auf dem Wasser eine stete Quelle reiner schöner Naturfreuden. Getragen vom freundlichen Elemente — freundlich allerdings nur für den, der sich mit ihm vertraut gemacht! — fühlt man auf der weiten Wasserfläche sich allen kleinen Lebenssorgen, allen Mühen und Kämpfen entrückt und gewinnt für diese Kämpfe neuen Lebensmut und frische Kraft. Mag auch das Rudern als Leibesübung der großen Masse unseres Volkes und unserer Jugend noch wenig zugänglich sein, da sein Betrieb immerhin einen gewissen Geldaufwand erfordert, auch an manchen Orten unseres Vaterlandes es an entsprechenden Wasserflächen und Flußläufen mangelt — so kann man es doch dem Ruderer nicht verargen, wenn er dafür hält, daß keine andere Leibesübung gleich schön und herzerfreuend, gleich angreifend, kräftigend und gesund sei. —

Das Radfahren.

§ 335. Die Entwicklung des Radfahrens.

Die Entwicklung des Radfahrens.

Die letzten Jahrzehnte des 19. Jahrhunderts haben eine ungeahnte Entwicklung

Mechanische Verkehrsmittel der Neuzeit.

der mechanischen Verkehrsmittel gesehen. Ein immer dichter werdendes Netz von Bahnen überzieht alle Kulturländer, und befördert uns mit unheimlicher Geschwindigkeit von einem Ort zum andern. Straßenbahnen, von Pferden gezogen, oder durch Dampf, Gas, Elektricität getrieben, stehen auch für kleine Entfernungen in unseren Städten jeden Augenblick bereit, uns die natürliche Fortbewegung mit der Kraft unserer Beine zu sparen. Auf zahllose Höhen führt bequem das Dampfroß hinauf, ja zu den Gletschergebieten des Hochgebirges, die bisher nur unerschrockenen Bergsteigern zugänglich waren, trägt uns auf kühnem Eisenbau, in schwindelerregender Höhe an senkrechten Felswänden entlang und hinüber über drohende Abgründe führend, die Maschine gefahrlos und sicher hinan. Zweifellos kommen diese reichen Verkehrsmittel, über deren Wert an sich ja nicht zu streiten ist, der Bequemlichkeit und der Scheu vor körperlicher Anstrengung bei zahllosen Menschen in hohem Grade entgegen. Der großstädtische Schüler, der tagtäglich mit seiner Abonnementskarte hin und zurück zum Schulhause fährt, der Geschäftsmann, der für seine Geschäftswege alle möglichen Fahr-

gelegenheiten benutzt, der Ausflügler, der zur Erholung Sonntags mit Bahn oder Schiff zu einem schönen Punkte sich fahren läßt, um sich dort schleunigst am Wirtstische wieder festzusetzen usw. usw. — sie alle werden mehr und mehr einem kräftigen Regen der eigenen Körperkräfte abhold gemacht, und verlernen die Empfindung für die Wohlthaten rüstigen ausgreifenden Eilganges. Man hat diese noch lange nicht abgeschlossene Entwickelung der mechanischen Verkehrsmittel nicht ganz mit Unrecht angeklagt, daß sie das Bewegungsbedürfnis der Menschen, und namentlich die Freude an rechter Gangerholung immer mehr vermindere. Man darf aber im Sinne gesunder Leibesübung nicht übersehen, daß mit der vermehrten Gelegenheit leicht und schnell hervorragend schöne Gegenden zu erreichen, auch dem Wandern, namentlich dem Gebirgswandern, eine früher ungeahnte Ausdehnung geworden ist. Vor allem aber ist bemerkenswert, daß dasselbe Zeitalter, welches die Gelegenheiten, sich mühelos von einem Ort zum andern befördern zu lassen, so außerordentlich vermehrte, gleichzeitig auch ein Verkehrsmittel schuf, das dem einzelnen Menschen durch Inanspruchnahme der eigenen Muskelkraft auf gebahnten Wegen eine früher unerhörte Schnelligkeit des Fortkommens gewährt. Dies Verkehrsmittel ist das Fahrrad.

Geschichtliches über die Entstehung des Fahrrades.

Der Erste, welcher mit Erfolg bestrebt war, die natürlichen Fortbewegungsarten des Gehens und Laufens dadurch zu ersetzen, daß er dem Körper schmale Räder gewissermaßen unterschob und die Arbeit der Beine zur Umdrehung dieser Räder verwandte, war der Freiherr von Drais in Karlsruhe († 1850). Er ersann ein sogenanntes Laufrad, bestehend aus zwei hintereinandergestellten Rädern, die einen länglichen schmalen Sattel trugen. Dieser Sattel war so niedrig, daß der auf ihm rittlings sitzende Fahrer mit den Füßen den Boden erreichen konnte. Indem nun der Fahrer mehrere schnelle Laufschritte machte, erteilte er gleichzeitig den Rädern unter ihm eine gewisse Umdrehungsgeschwindigkeit, welche nach Unterbrechung der Laufschritte und Emporheben der Füße vom Erdboden hinreichend beharrte, um den Fahrer noch eine ganze Strecke weit fortzubewegen; ließ die Geschwindigkeit nach, so genügte es, wieder durch einige Laufschritte den Rädern neue Geschwindigkeit mitzuteilen usw. (Fig. 532). Der Erfinder war von der Wichtigkeit dieser Fortbewegungsart derart durchdrungen, daß er sie 1814 auf dem Wiener Kongreß vorführte und weiterhin in den verschiedensten Ländern zu verbreiten suchte. Allerdings von diesem plumpen hölzernen Fahrzeug bis zum vollendeten zierlichen Niederrad unserer Zeit führte noch ein weiter Weg. Zunächst kam es darauf an, daß die Bewegung der Beine direkt zur Umdrehung eines der beiden Räder — das andere, von selbst mitbewegte, hatte als Lenkrad zu dienen — verwendet wurde. Unabhängig von einander kamen der deutsche Mechaniker Fischer in Schweinfurt (angeblich 1851) und der französische Wagenbauer Michaux (1855) auf den Gedanken, an dem einen Rade beiderseits Tretkurbeln anzubringen und diese mittels der aufruhenden Füße durch abwechselndes Beugen und Strecken der Beine so zu bewegen, daß sie das Rad umdrehen machten. Die beiden Kurbeln waren natürlich so befestigt, daß, wenn die eine am höchsten vom Fußboden stand, die andere am tiefsten war und daß das eine Bein am stärksten gebeugt war, wenn das andere mehr in Streckung sich befand. So wurde ein gleichmäßiger Gang dieser Maschine, welche in ihren ersten Anfängen im übrigen ganz dem Draisschen Laufrade ähnelte, ermöglicht. Michaux war es, welcher diese, „Velociped“ getaufte Maschine vervollkommnete und zur allgemeinen Geltung brachte. Seinem Dreirad mit Kurbeln (1855) folgte 1864 ein mit Lallement ver-

Fig. 532. Die Laufmaschine des Freiherrn von Drais 1814.

eint gebautes Zweirad mit Kurbeln. Diese Maschinen ernteten allgemeinere Anerkennung zuerst 1867 bei Gelegenheit der Pariser Ausstellung. Da das Rad sich gleichsinnig mit den Kurbeln drehte, so schien es, als ob man eine größere Fahrgeschwindigkeit nur dann gewinnen könne, wenn man das mit Kurbeln versehene Hauptrad möglichst groß baute, so groß, daß der über dem Rad auf seinem Sattel sitzende Fahrer bei tiefstehender Kurbel diese eben noch mit der Fußspitze des ganz gestreckten Beines berühren und bewegen konnte. Das Hinterrad dient nur als Stützrad und wurde daher ganz klein gefertigt. Ein Stahlbogen, der auch den Sattel für den Fahrer trug, verband beide Räder. So entstand das „Hochrad" (Fig. 533). Diese Maschine kam zwar bei der sporttreibenden Jugend alsobald in begeisterte Aufnahme, konnte aber allgemeinere Verbreitung schon deshalb nicht gewinnen, weil das Fahren auf diesem Rade mit seinem schmalen Radreifen nicht ungefährlich war, da der Sturz von dem hohen Sattelsitz, der namentlich leicht vornüber erfolgte, schwerste Ver-

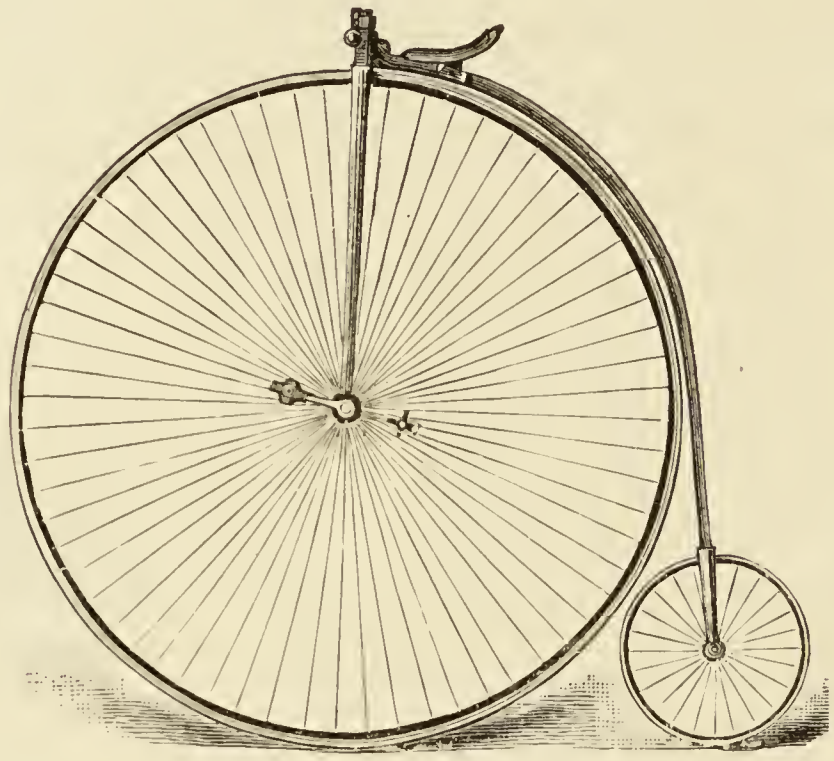


Fig. 533. Das Hochrad.

letzungen mit sich brachte. Es bedeutete einen gewaltigen Fortschritt, als der Kurbelmechanismus an einem besonderen kleinen dritten Rad, dem Ketten- oder Kurbelrad, angebracht wurde, welches durch eine Kette ohne Ende seine Bewegung auf das Hinterrad übertrug, während das Vorderrad, in Verbindung mit der von beiden Händen des Fahrers gehaltenen Lenkstange, nur als Lenkrad diente. Indem, je nach Art der Übersetzung mittels der Kette, das Hinterrad bei einer ganzen Kurbeldrehung nicht mehr nur eine, sondern mindestens $1^1/_2$ Umdrehungen machte, wurde eine außerordentliche Beschleunigung der Fahrgeschwindigkeit erzielt, eine Beschleunigung, welche die Anwendung des gefährlichen Hochrades überflüssig machte. Dasselbe verschwand bald gänzlich, um, da auch eine Zwischenform mit ungleichen Rädern, das „Kangaroo"-Rad, sich nicht halten konnte, dem niedrigen Sicherheitszweirad endgültig Platz zu machen. Diese niedrige Maschine mit zwei gleich großen Rädern kommt also wieder auf den Typus des ersten Rades von Drais zurück. Aber welcher Abstand zwischen diesem ungelenken hölzernen Laufrad und dem heutigen Zweirad, welches, ebenso leicht, als fest und dauerhaft, in allen seinen Teilen ein Wunder der Mechanik und Technik genannt zu werden verdient! Versuche, an Stelle der Übertragung der Kurbeldrehung auf das Hinterrad mittels der Kette eine Übertragung mittels Zahnstange zu erzielen, haben noch keinen allgemeinen Eingang gefunden, ändern aber auch nichts an dem Grundprinzip des Baues und der Bewegung der

Zweiräder. Auf solchen oft nur 8 Kilo schweren Maschinen legt der durchgebildete Fahrer mit Leichtigkeit 30 Kilometer in der Stunde zurück, ja eine Geschwindigkeit von 50 Kilometern, gleich der eines Schnellzuges, ist erreicht worden. Fahrten über mehrere hundert Kilometer an einem Tage, nur durch die Muskelkraft des Fahrers, sind keine Seltenheit mehr! Kein Wunder, daß ein Fortbewegungsmittel von so unerhörter Leistungsfähigkeit sich in kurzer Frist allgemeinste Verbreitung eroberte. Die Zahl der Radfahrer und Radfahrerinnen in Deutschland beträgt mehrere Hunderttausende. Jung und alt, hoch und niedrig betreiben das Radfahren. Mag man mit Recht das Radfahren als Leibesübung nicht allzuhoch einschätzen, da die Bewegung auf dem Rad immerhin eine maschinenmäßig gleiche und einseitige ist — das steht heute schon außer Zweifel, daß das Radfahren zahllose Menschen zu regelmäßiger, oft recht eingreifender und anstrengender Bewegung in frischer freier Luft vermag, die sonst sicherlich der Wohlthaten solcher Bewegung und Übung nicht teilhaftig ge-

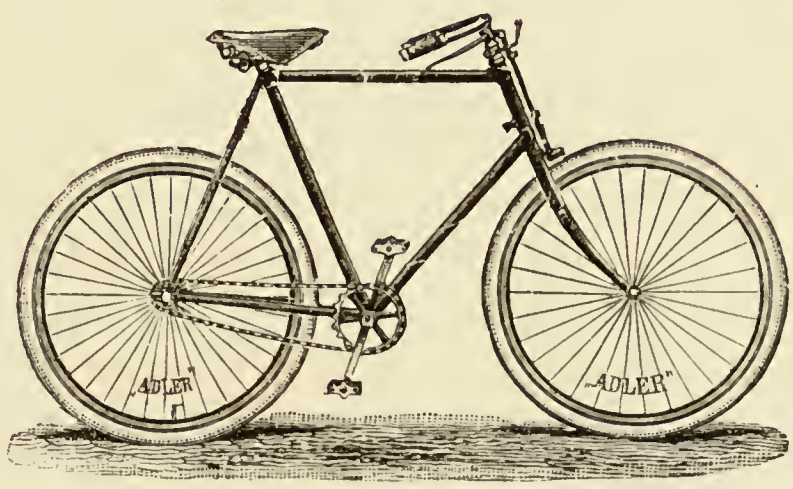


Fig. 534. Das neuzeitliche Zweirad.

worden wären. Für die Gesundheit, Ausdauer und Frische weiter Volkskreise bedeutet also diese jüngste Art der Leibesübung durch ihre außerordentliche Verbreitung einen ungemeinen Gewinn. Kein vorurteilsfreier Beobachter wird das bestreiten können.

§ 336. Die Haltung auf dem Fahrrad.

Haltung auf dem Fahrrad.

Es ist hier nicht der Ort, den Bau des heutigen Fahrrades im einzelnen zu beschreiben, derselbe darf vielmehr als bekannt vorausgesetzt werden. Um die beim Radfahren aufgewendete Muskelkraft, soweit nur denkbar, allein der schnellen und sichern Fortbewegung zu gute kommen zu lassen, erreicht die Mechanik des modernen Zweirades in dem Verhältnis der Übertragung der Kurbeldrehung auf das Hinterrad, der Vermeidung der Reibung in den bewegten Teilen der Maschine selbst (Kugellager!), wie zwischen den Radreifen und dem Erdboden (Gummiluftreifen) bei den bessern Rädern den denkbar höchsten Grad von Vollkommenheit. Ein solcher bleibt bei einem vielbenutzten Rade allerdings nur bestehen, wenn dem Rade eine sorgfältige Pflege zu teil wird. Unreinlichkeit und Vernachlässigung beeinträchtigen die Leistungsfähigkeit auch des bestgebauten Rades bald aufs schwerste.

Haltung beim Radfahren.

Die Haltung des Fahrers auf dem Rade sei folgende. Der Fahrende sitzt rittlings auf dem Sattel, der so gebaut sein muß, daß ihm die beiden Sitzknorren bequem aufruhen, und nicht so leicht bei kleineren Drehungen oder Erschütterungen des Rumpfes über den Sattelrand seitlich abrutschen. Letzteres kann bei zu schmal gebautem Sattel leicht eintreten, und damit zu Quetschungen des Dammes usw. führen. Der Sattel ist federnd, so daß er die Stöße, welche durch die Unebenheiten des Bodens verursacht werden, in gleichem Sinne, wie dies der luftgefüllte Gummireif des Rades

thut, abschwächt und die Erschütterungen des Körpers nach Möglichkeit vermindert. Andererseits muß aber auch die Sattelfläche widerstandsfähig und hart sein, um festen Sitz dauernd zu ermöglichen. Ein weicher Sattelsitz erhitzt genau so, wie es für längere Sitzarbeit der Polsterstuhl thut. Nur bei festem Sitz, so daß Reiter und Sattel eins sind, wird den Beinen die volle Ausnutzung ihrer Muskelkraft in ungehemmtem Spiel der Bewegung möglich.

Stellung des Sattels zur Lenkstange.

Der Rumpf ist vollkommen gestreckt und aufrecht zu tragen. Damit dies möglich sei, sind an jedem besseren Rad Sattel wie Lenkstange in der Richtung nach oben und unten, der Sattel auch in der Richtung von vorn nach hinten verstellbar. Es kommt darauf an, für einen jeden nach seiner Körpergröße Sattel und Lenkstange so zu einander zu stellen, daß bei schöner aufrechter Haltung des im Sattel sitzenden Fahrers die Hände, bei eben gebeugtem Ellbogengelenk, bequem die Griffe der Lenkstange fassen. Ebenso wichtig ist die Stellung des Sattels zu den Tretkurbeln oder

Stellung des Sattels zu den Tretkurbeln.

den Pedalen. Die Höhe des Sattels ist derart einzustellen, daß bei tiefstem Stand eines Pedals der betreffende, dem Pedal aufruhende Ballen des Fußes etwas nach abwärts gebogen ist, während das Bein selbst sowohl im Kniegelenk wie im Hüftgelenk nicht völlig gestreckt sein darf, sondern noch einen leichten Grad von Beugung (150—160°) beibehält. Für das Hüftgelenk ist dies ohne weiteres klar. Denn das Zentrum der Kurbel für die Kurbeldrehung, d. h. die Achse des Kurbelrades, steht nicht senkrecht unter dem Sattel oder unter dem Hüftgelenk, wie dies bei vollkommener Streckung des Hüftgelenkes der Fall sein müßte. Vielmehr steht das Kurbelrad mehr nach vorne als der Sattel, so weit etwa, daß eine vorn von der Sattelspitze gefällte Senkrechte den Kreis, welchen das Kurbelrad beschreibt, an der hinteren Peripherie desselben eben berührt. Ebenso darf aus bestimmten Gründen der Sattel nicht so hoch über den Pedalen stehen, daß beim tiefsten Stand eines Pedals die Fußspitze nur noch bei vollkommener Streckung im Kniegelenk die Kurbel in der Gewalt behält. Denn unwillkürlich wird dann, um in der Beherrschung der Kurbeldrehung mit dem Fuße ganz sicher zu gehen, die betreffende Beckenseite nach dem gestreckten Beine hin gesenkt, und damit fortwährend, je nachdem das rechte oder das linke Pedal tief getreten ist, das Rückgrat nach rechts oder nach links verbogen. Solch Hin- und Herdrehen des Beckens ist in hohem Grade unschön, namentlich bei Mädchen oder Frauen, wo es der breiteren Hüften wegen besonders auffällt. Es gestaltet ferner den Sitz beim Fahren zu einem sehr unsicheren, und leistet vorschneller Ermüdung der langen Rückenmuskeln, dem Auftreten von Kreuzschmerzen, sowie der Entstehung dauernder Rückgratsverkrümmung allen Vorschub.

Aus alledem geht hervor, daß die richtige Stellung der drei Teile: Sattel, Griffe der Lenkstange und Tretkurbeln zu einander von höchster Wichtigkeit für eine gute bekömmliche Haltung beim Radfahren ist. Es kann nicht genug Gewicht darauf gelegt werden, daß diese Entfernungen genau den Körpermaßen des Radfahrers oder der Radfahrerin entsprechend festgelegt werden, so daß der Sitz beim Fahren Festigkeit und Schönheit der Rumpfhaltung ebensowohl wie Freiheit und Leichtigkeit in den Bewegungen der Beine und der Arme gewährleistet. Würde von kundiger Seite hierauf mehr geachtet, und dem Neuling sein Rad stets aufs sorgfältigste in dieser Richtung eingestellt, so würde man nicht so viele Haltungsfehler bei den Radfahrern draußen gewahren.

Schlechte Haltung beim Radfahren.

Runder Rücken.

Denn die schlechte Haltung, welche zahlreiche Radfahrer beim Fahren einnehmen, hat dazu geführt, viele Unkundige zu Gegnern des Radfahrens überhaupt zu machen. Der häufigste Haltungsfehler ist der runde Rücken mit vornübergebeugtem Rumpf und eingedrückter Brust. Es ist keine Frage, daß solche Haltung, bei regelmäßigem Radfahren stets eingenommen, sich auch leicht auf das Alltagsleben als Ge-

wohnheit überträgt. Hat beim voll Erwachsenen dies keine sonderliche Gefahr mehr für die Gesundheit, so ist solche Gefahr um so ernstlicher bei jungen Leuten vor und in der Entwicklung vorhanden, wie dies oben in § 34 und an andern Stellen genugsam erörtert ist. Die vornübergebeugte Haltung auf dem Rade mit krummem Rücken wird bei schnellstem sportmäßigen Fahren aus dem Grunde eingenommen, um den Luftwiderstand möglichst zu verringern. Je schneller gefahren wird — und wir haben bereits kurz angeführt, daß Rennfahrer mit der Schnelligkeit von Eisenbahnzügen auf ihrem Rad dahinsausen —, um so mehr macht sich auch, selbst bei Windstille, der Widerstand der Luft geltend. Gegen den Wind ist überhaupt eine größere Geschwindigkeit mit dem Rad nicht zu erzielen. Nicht nur aus diesem Grunde wird bei schnellstem Rennfahren eine solche vornübergebeugte Haltung eingenommen, sondern auch deshalb, um überhaupt atmen zu können. Denn der Luftwiderstand vor dem Gesichte behindert vor allem die Ausatmung — und wie bei allen Schnelligkeitsübungen, so ist auch beim Radfahren ungehinderte tiefste Atemführung Vorbedingung für eine gute Leistung, für Erzielung höchstmöglicher Schnelligkeit. Aus diesen

Notwendige Haltung beim Rennfahren.

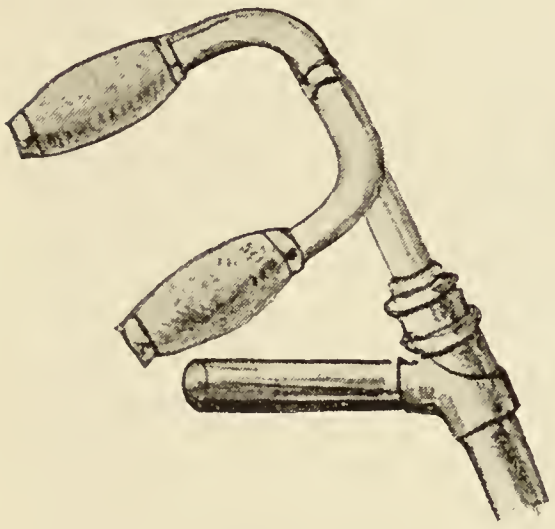


Fig. 535.

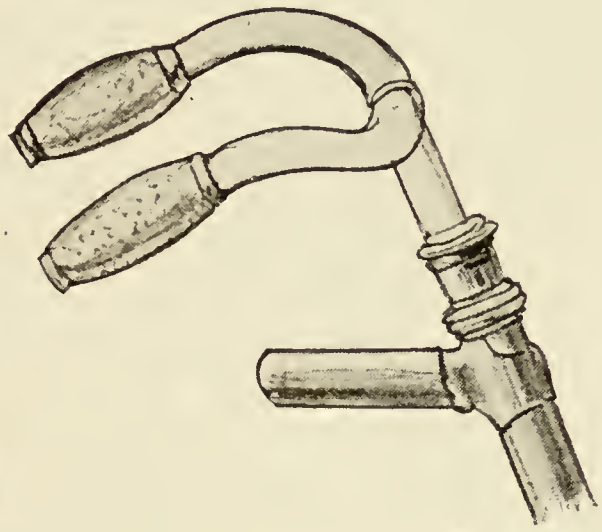


Fig. 536.

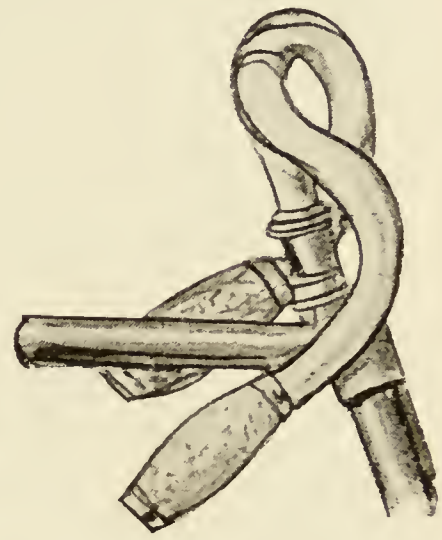


Fig. 537.

Fig. 535—537. Verschiedene Formen von Lenkstangen. Fig. 537 die für Rennfahrer gebräuchliche.

Gründen ist es durchaus natürlich, daß bei Wettfahrten auf dem Rad, also bei Radrennen und der Vorübung zu solchen, diese schlechte Haltung eingenommen wird. Die Einnahme solcher Haltung bedingt, daß die Griffe der Lenkstange tiefer stehen, als wir oben zur Erzielung einer guten Haltung bei mittlerer Fahrgeschwindigkeit für richtig und erforderlich fanden. Es werden daher die Maschinen für das sportmäßige schnellste Fahren mit Lenkstangen ausgestattet, deren Griffe tiefer nach abwärts gebogen sind (Fig. 535—537). Auf solchen Maschinen ist eine schöne aufrechte Haltung beim Fahren überhaupt nicht möglich (Fig. 538).

Kann man also für den sportlichen Betrieb schnellsten Fahrens tiefstehende Lenkgriffe und vornübergebeugte Haltung als ein notwendiges Übel gelten lassen, so ist es andererseits ein Unding, solche Maschinen auch zum tagtäglichen Gebrauch zu benutzen. Leider sind es gerade die jüngsten Radfahrer, welche, auch wenn sie mit sportlichem Rennfahren gar nichts zu thun haben, in der Benutzung sportmäßiger Rennmaschinen eine gewisse Schneidigkeit beweisen möchten, und daher so vielfach durch ihre schlechte Haltung, ihren „Katzenbuckel", auf öffentlichen Wegen nur ein Zerrbild einer gesunden schönen Leibesübung liefern. Diese Rennmaschinen und die schlechte krumme Haltung gehören allenfalls auf den Sportplatz, aber nicht auf die Straße. Da bei uns das weibliche Geschlecht erfreulicherweise noch nicht an Radrennen teilnimmt, und jene üble Renommisterei bei den Radfahrerinnen noch nicht eingerissen ist, so zeichnen sich unsere radelnden Mädchen und Frauen meistens durch ihre schöne Haltung auf dem Rade vorteilhaft aus.

Vornüberneigen des Rumpfes.

Eine andere fehlerhafte Haltung, die lediglich durch falsche und zwar ebenfalls zu tiefe Stellung der Lenkgriffe (oder zu hohen Sattel) bewirkt wird, ist das Vornüberneigen des in sich gestreckten Rumpfes im Hüftgelenk. Indem der Rumpf mit

Fig. 538. Ein Rennfahrer (der Neger Major Taylor).

seinem Schwergewicht nicht etwa gerade auf dem Sattel getragen wird, so daß sein Schwerpunkt im Sattelsitz unterstützt wird, sondern sich nach vorne neigt, wird das Rumpfgewicht von den an die zu tief stehende Lenkstange greifenden Armen aufgenommen, und lastet auf diesen. Diese fehlerhafte Haltung hat zur Folge, daß der

Damm stark gegen die Sattelspitze angepreßt wird, und die Geschlechtsteile hier einen starken Druck, selbst Quetschung erfahren. Vor allem aber werden die Arm- und Handmuskeln unnötig angestrengt. Während bei guter aufrechter Haltung die Hände nur ganz lose, zu leichter Lenkung der Lenkgriffe, diesen aufliegen sollen, haben nunmehr die Arm- und Handmuskeln, unter stetiger Zusammenziehung, die Rumpflast dauernd zu stützen. Dabei werden den zusammengezogenen Muskeln in einem fort die zitternden Stöße der rollenden Maschine mitgeteilt. Alles dies bewirkt heftige Ermüdungserscheinungen in den Armen und Händen. Die Hände bleiben nach der Fahrt noch eine geraume Weile kraftlos und zittrig. Der Anfänger im Radfahren, der in seiner Unsicherheit noch krampfhaft die Lenkgriffe umklammert, macht diese Empfindung so lange durch, bis er genügende Sicherheit erlangt hat, um nur mit leichter loser Hand sein Rad zu lenken. Derjenige, welcher sich diese schlechte vornübergebeugte Haltung angewöhnt, und stets die Rumpflast auf die Arme stützt, beeinträchtigt aber manchmal dauernd die Gebrauchsfähigkeit seiner Hände zu feineren Hantierungen.

Radfahren in früher Jugend.

Nicht nur Gründe der Schönheit, sondern wichtige gesundheitliche Gesichtspunkte sind es, welche beim Radfahren eine gute Haltung erfordern. Vor allem ist hierauf bei der Jugend zu achten, soll anders das Radfahren nicht mehr Schaden als Nutzen stiften. Die Jugend vor den Entwicklungsjahren, wo das Knochenwachstum noch in vollem Gange ist und die Knochen noch weich und biegsam sind, so daß Haltungsfehler leicht Wachstumsstörungen und dauerde Verbildungen zur Folge haben, gehört überhaupt nicht aufs Fahrrad. Die Vorteile, welche das Radfahren hier haben könnte, werden sehr viel besser und weit umfassender durch andere der Jugend gemäße Übungen erreicht, die Nachteile des Radfahrens können aber gerade in diesen Jahren so schwerwiegender Art sein und treten so leicht ein, daß das Radfahren vor dem 12.—14. Lebensjahre unbedingt zu bekämpfen ist.

§ 337. Die Bewegung beim Radfahren.

Bewegung beim Radfahren.

Die eigentliche Bewegung beim Radfahren besteht in dem Runddrehen des Kurbelrads mittels der auf die Kurbeln oder Pedale aufgesetzten Füße. Die Fußballen beschreiben also mit den Pedalen eine Kreisbewegung; die Pedale sind an den Endpunkten eines Durchmessers dieses Kreises angebracht und stehen etwa 30 cm auseinander. Wenn das eine der Pedale seinen höchsten Stand erreicht hat, so daß das mit der Fußspitze aufstehende Bein auch den höchsten Grad von Beugung erreicht — der Oberschenkel steht dabei nahezu horizontal, und der Beugungswinkel im Hüftgelenk beträgt ungefähr einen rechten Winkel, während der Beugungswinkel im Kniegelenk spitzer ist — so beginnt das betreffende Bein durch kräftige Streckung im Hüft- und Kniegelenk, und Abwärtsdrücken des Fußballens das Pedal vornab zu drücken bis zum tiefsten Stande. Die Streckkraft des Beins wird dabei durch die Schwerwirkung, welche das Gewicht des aufgesetzten Beines ausübt, unterstützt. Von da ab folgt der aufruhende Fuß mehr passiv nach hinten und aufwärts seiner Unterlage, während gleichzeitig das andere Bein seine Streckung ausführt. Die Beugemuskeln sind also nur zur Mithilfe beim Hochheben des Gewichtes des Beins bis zur horizontalen Lage des Oberschenkels thätig, und zwar fällt vor allem dem Lenden-Hüftbeinmuskel diese Arbeit zu; die Streckmuskeln des Beins verrichten dagegen die eigentliche Arbeit der Fortbewegung des Körpers, indem sie das Pedal hinabdrücken und dadurch das Kurbelrad, und mit diesem die Maschine, in Bewegung setzen. Der Streckung des einen Beines entspricht stets die Beugung des andern, beide Beine befinden sich beim Kurbeltreten in ununterbrochenem Fluß der Bewegung.

Beugung und Streckung der Beine.

Bewegung des Radfahrens und des Treppensteigens.

Man hat die Arbeit der Beine beim Radfahren der Arbeit beim Treppensteigen verglichen (Mendelssohn), ja das Radfahren „ein Treppensteigen im Sitzen“ genannt, nur mit dem Unterschiede, daß bei Streckung des Beines nicht der Schwerpunkt emporgehoben werde, sondern die Stufe nach unten ausweiche. Ein Emporheben finde thatsächlich insofern statt, als nach Streckung des Beins — Herabbewegung des Pedals — der Schwerpunkt um die ganze Höhe der Stufe (d. h. um die Entfernung der beiden Kurbeln voneinander, also 30 cm etwa) höher über dem Fuße stehe, als zuvor in der oberen Anfangsstellung des Pedals. Wie alle Vergleiche, so hinkt auch dieser in vielen Beziehungen. Er wäre annehmbarer, wenn das Hinabtreten der Kurbel genau senkrecht nach unten erfolgt, während thatsächlich der Fußballen dabei einen Halbkreis beschreibt. Den am Sprunggelenk wirkenden Muskeln fällt bei der Abwärtsführung des Pedals zweifellos eine viel verwickeltere Bewegung zu, als dies beim Erheben des Schwergewichts auf eine höhere Treppenstufe der Fall ist. Das Treppensteigen erfordert ferner einen weit größeren Kraftaufwand. Das Niedertreten eines Pedals aus seinem höchsten in den niedersten Stand, entsprechend einer halben Kurbelumdrehung, würde bei einer Kurbellänge von 16 cm einer Erhebung des Körpers um 32 cm gleichkommen. Bei einer solchen halben Kurbelumdrehung legt das Hinterrad einen Weg von etwa 219 cm zurück, wenn der Durchmesser des Hinterrads 66 cm, die Zahl der Zähne des Zahnkranzes 9, die der Zähne des Kettenrades 20 beträgt, was häufiger angewendete Maße sind. Rechnet man den Arbeitsaufwand beim Radfahren dem gleich, als ob der Körper um $^1/_{40}$ der zurückgelegten Strecke senkrecht hochgehoben wäre, so ist dies Niedertreten des Pedals gleich einer Steigarbeit von $\frac{219}{40} = 5{,}5$ cm, beträgt also nur $^1/_6$ von dem Arbeitsaufwand des senkrechten Steigens von 32 cm.

Genug, daß die Hauptarbeit der Bewegung des Fahrrads den mächtigen Streckmuskeln der Beine, dem großen Gesäßmuskel, dem 4köpfigen Schenkelstrecker, dem Wadenmuskel, ferner dem langen Großzehen- und Zehenbeuger zufällt; daneben ist die Thätigkeit der Beuger, namentlich des Lenden-Hüftbeinmuskels, zwar eine weniger kraftgebende, wächst aber immerhin bei einer Fahrt ebenfalls zu größeren Arbeitssummen an. —

Gleichgewichtserhaltung.

Damit ist indes die Muskelarbeit beim Radfahren noch lange nicht erschöpft. Denn zu der Kurbeldrehung des Tretrades kommt als ganz wesentlich hinzu die Gleichgewichtserhaltung des Körpers auf der schmalen, den Erdboden nur mit zwei Punkten des Umkreises des Vorder- wie des Hinterrades berührenden Maschine. Diese Gleichgewichtserhaltung ist eine schwierige und muß im Anfang mühsam erlernt werden. Heftige Muskelschmerzen im Kreuz und in den Lenden belehren den Anfänger im Radfahren, wie angestrengt seine Rückenmuskeln in erster Linie sich zusammenziehen mußten, um das Gleichgewicht auf dem schwanken Rad zu erhalten. Durch häufige Übung wird diese Arbeit der Gleichgewichtserhaltung zu einer fast automatischen. Der fertige Radfahrer fühlt sich so sicher in der Gleichgewichtserhaltung, daß ihm die dauernde Arbeit der hierzu nötigen Muskeln, namentlich der langen Rückenmuskeln, gar nicht mehr zum Bewußtsein kommt. Nur nach längeren Dauerfahrten stellen sich örtliche Ermüdungserscheinungen in den Rückenmuskeln ein, zum Beweis, daß auch dem Geübtesten die unablässige Muskelarbeit der Gleichgewichtserhaltung auf dem Rad nicht erspart ist.

Beteiligung der Armmuskeln.

Was die Beteiligung der Muskeln des Armes und der Hand beim Radfahren betrifft, so fällt dieselbe je nach dem Grade des Geübtseins und nach Art der Haltung verschieden aus. Bei guter Haltung braucht der geübte Radfahrer nur eine geringe haltende Thätigkeit der Arme zu entwickeln. Anders der Ungeübte, welcher die Griffstangen krampfhaft umfaßt, in der Meinung die Gleichgewichtserhaltung zu

erleichtern, anders der, welcher den Rumpf beim Fahren vornüberbeugt und die Haltung des Rumpfes den Armen aufbürdet. Wir sahen oben, wie dadurch die Armmuskulatur in Anspruch genommen wird, und durch die anhaltende Zusammenziehung, in Verbindung mit den andauernden Erschütterungen des Fahrens, in einen Zustand von lähmungsartiger Schwäche und Erregung gerät, der sich bei höhern Graden durch Muskelzittern und Unfähigkeit zu sicherer Bewegung der Hand und der Finger äußert. Solcher Zustand kann über mehrere Stunden andauern, und ist vielen Anfängern im Radfahren nicht unbekannt. Bestehen solche Schädigungen durch gewohnheitsmäßige schlechte Haltung beim Radfahren fort, so kann zuweilen dauernde Erregung in den Armnerven die Folge sein, so daß alle feineren Bewegungen der Hand nur unsicher und zittrig gemacht werden können.

Es sind also größere Muskelmassen, welche das Radfahren, ähnlich den andern Schnelligkeitsübungen, zur Arbeit in Anspruch nimmt, Arbeit, die in rhythmischem Wechsel von Zusammenziehung und Erschlaffung erfolgt. Dagegen verlangt das Radfahren außerdem in stärkerem Umfange, als es bei den andern Schnelligkeitsübungen der Fall ist, unausgesetzte Gleichgewichtserhaltung.

§ 338. Das Radfahren als Schnelligkeits- und Dauerleistung.

Radfahren als Schnelligkeits- und Dauerleistung.

Wie bei den andern Schnelligkeitsübungen und Dauerübungen sind auch für das Rad durch die sportlichen Wettkämpfe trainierter Sportliebhaber und namentlich der Berufsfahrer Leistungen erzielt, welche der Grenze des für die menschliche Bewegungsmaschine unter den gegebenen Verhältnissen überhaupt Erreichbaren nahekommen und somit einen unleugbaren wissenschaftlichen Wert beanspruchen. Wohl in keiner Art von Leibesübung giebt es augenblicklich — abgesehen vielleicht von den in Geschicklichkeitsübungen am Reck, am Schaukelreck, an den Ringen, an der Leiter usw. auftretenden Künstlern und Künstlerinnen der Spezialitätentheater — so zahlreiche Leute, die berufsmäßig ihre Leibeskunst ausüben und mit allen denkbaren Mitteln Höchstleistungen, entweder nach Schnelligkeit oder nach Dauer, anstreben, wie gerade im Radfahren. Rennfahrer, welche Besonderes in Schnelligkeit über kürzere Strecken leisten, heißen „Flieger“, solche, welche in längeren Strecken hervorragend sind, Dauerfahrer oder „Steher“.

Vergleich mit den Höchstleistungen im Lauf.

Stellt man, ähnlich wie dies oben für den Lauf geschehen ist, die zweifellosen Höchstleistungen oder Records zusammen, und berechnet dieselben auf eine einheitliche Durchschnittsgeschwindigkeit (Anzahl der zur Zurücklegung von 100 Metern gebrauchten Sekunden), so ergiebt sich eine ähnlich gesetzmäßige Reihe, wie beim Lauf. Genau wie dort nimmt mit der Größe der Strecke die Durchschnittsgeschwindigkeit ab — indes außerordentlich viel langsamer. Die Arbeit des Radfahrens ist eben weniger erschöpfend und anstrengend als der Lauf. Wir fanden beim Lauf, daß über eine bestimmte Strecke, und zwar über 100 Meter etwa, die größte Durchschnittsgeschwindigkeit erzielt wird, und daß die gleiche Durchschnittsgeschwindigkeit weder über größere noch über kleinere Strecken mehr erreicht ist. Wer seit Jahren, wie der Verfasser, auf die Ergebnisse des Wettlaufs bei allen möglichen Gelegenheiten immer wieder sein Augenmerk richtet, und die besterreichten Ziffern sammelt, wird finden, daß die Werte der bestmöglichen Laufleistungen eine wesentliche Änderung nicht mehr erfahren und so gut wie feststehende sind.

Höchstleistungen im Radfahren.

Was die Höchstleistungen im Radfahren betrifft, so bilden dieselben gleichfalls eine so gesetzmäßige Reihe, daß sie wohl auch das Äußerste darstellen, was der bestausgerüstete und bestgeübte Körper auf dem bestgebauten Niederrad der Neuzeit zu leisten vermag. Da die langen und längsten Strecken von den besten Fahrern und

namentlich den Berufsfahrern fast durchweg bevorzugt werden, und über kleinere und kleinste Strecken die Ergebnisse spärlicher sind, so ist nicht mit solcher Gewißheit, wie beim Lauf zu sagen, welche Strecke die Entfaltung der größtmöglichen Geschwindigkeit gestattet. Nach der folgenden Aufstellung scheint es die über 500 Meter zu sein. Es sei noch bemerkt, daß die mitgeteilten Records bis zum Jahre 1897 reichen.

Höchstleistungen auf dem Niederrad:

Länge der Strecken Meter:	Gebrauchte Zeit Stunden:	Min.:	Sek.:	d. s. 100 Meter in Sekunden:
400	—	—	$24^{3}/_{4}$	6,18
500	—	—	$30^{2}/_{5}$	6,08
1000	—	1	$01^{3}/_{5}$	6,18
2000	—	2	$19^{2}/_{5}$	6,97
5000	—	5	$44^{3}/_{5}$	6,89
10,000	—	11	$22^{1}/_{5}$	6,92
20,000	—	24	$19^{2}/_{5}$	7,29
50,000	—	59	$30^{2}/_{5}$	7,14
50,418	1	—	—	7,14
92,558	2	—	—	7,77
133,811	3	—	—	8,14
173,245	4	—	—	8,43
211,716	5	—	—	8,5
252,678	6	—	—	8,5
481,310	12	—	—	8,9

Selbstverständlich sind solche Riesenleistungen wie die letztgenannten nicht etwa auf der Landstraße erzielt, sondern nur auf der glatten, asphaltierten, vor widriger Luftbewegung geschützten Rennbahn möglich. Die betreffenden Berufsfahrer sind durch ein heroisches Tränieren in die denkbar günstigste Verfassung gebracht. Ihre Leistungsaufgabe wird ihnen auch wesentlich erleichtert durch die Einrichtung des Schrittmachens.

Schrittmacher.

Das Schrittmachen besteht darin, daß dem Rennfahrer beim Umkreisen der Rennbahn ein Rad vorausfährt, dem er unmittelbar folgt. Das vorausfahrende schrittmachende Rad muß natürlich dasselbe an Schnelligkeit leisten wie der Rennfahrer selbst, und kann dies nur dadurch, daß es von mehreren zusammenarbeitenden Fahrern gefahren wird. Man hat zweisitzige Räder (Tandems), viersitzige, fünfsitzige, sechssitzige, ja achtsitzige Zweiräder gebaut, welche, wenn mit geübten Fahrern besetzt, natürlich eine ungemeine Leistungsfähigkeit nach Ausdauer und Schnelligkeit gewährleisten, da jeder der Fahrenden nur einen entsprechenden Bruchteil der Kraft aufzuwenden braucht, die der einzelne Rennfahrer nötig hat. Neuerdings sind wiederholt zum Schrittmachen auch durch mechanische Motoren getriebene Fahrräder (elektrische Maschinen; Benzinmotoren) benutzt worden, schon aus Sparsamkeitsrücksichten, da die Mitführung einer Mannschaft von Schrittmachern, die ja ebenfalls aus dem Fahren ein Gewerbe machen, den Rennfahrern zu kostspielig wurde.

Vorteile des Schrittmachens.

Fragen wir uns nun, worin der Vorteil des Schrittmachens (welches übrigens beim Lauf oder beim Schnellgehen ebensowohl angewendet werden kann wie beim Radfahren) besteht?

Verringerung des Luftwiderstandes.

Vor allem für das Radfahren darin, daß die knapp vorausfahrende Schrittmachermaschine für den Rennfahrer den Widerstand der Luft beseitigt. Wie das auf dem Strom schnell dahinfahrende Schiff die Wogen teilt und seitlich rechts und links wirft, während dicht hinter dem Schiff, im Kielwasser desselben, das Wasser glatt ist,

und ein Strömen sich kaum bemerkbar macht, so schneidet auch das Schrittmacherrad die Luft, zerteilt sie und läßt dicht hinter sich einen luftverdünnten Raum, den Windschatten, in welchem der Rennfahrer seine ganze Kraft nur der Fortbewegung zuzuwenden braucht, der Notwendigkeit enthoben, auch noch den Widerstand der Luft zu besiegen. Dies ist aber bei schnellstem Rennfahren ein außerordentlicher Vorteil, der eine wesentlich erhöhte Fahrgeschwindigkeit gestattet. Denn nachweislich dient bei schnellstem Fahren der größere Teil der aufgewendeten Muskelarbeit zur Überwindung des Luftwiderstandes. Indem der Schrittmacher dem Rennfahrer diesen Teil der Arbeit abnimmt, vermag der Rennfahrer eine weit größere Kraft lediglich auf die Fortbewegung seiner Maschine zu verwenden und erreicht so allein die gleiche Schnelligkeit, wie der ihm unmittelbar vorherfahrende, unter andern Umständen ungleich leistungsfähigere Mehrsitzer. Während aber solche Verringerung oder Beseitigung des Luftwiderstandes durch das Schrittmachen beim Radfahren außerordentlich ins Gewicht fällt, kommt für den Lauf dies weniger in Betracht.

Ersparnis an Nervenkraft.

Wesentlich ist aber sowohl für den Radfahrer wie für den Läufer die durch den voraneilenden Schrittmacher bewirkte Ersparnis an *Nervenkraft*. Auch auf bestgepflegter Bahn muß der Radfahrer (wie auch der Läufer) stets Obacht auf den Weg haben, seine Aufmerksamkeit auf den zu nehmenden Weg richten und dieselbe stetig anspannen. Durch den vorauffahrenden Schrittmacher wird er vollständig dieser Mühe enthoben, indem diese Nervenarbeit lediglich dem Steuermann des schrittmachenden Mehrsitzers zufällt. Dadurch daß dem Rennfahrer diese Nervenarbeit abgenommen wird, wird seine Muskulatur viel leistungsfähiger, weil weniger leicht ermüdbar. Es kommt dies vor allem bei Straßenrennen mit ungleicher Beschaffenheit der Wege sehr in Betracht.

Abschätzung der Schnelligkeit.

Ebenso wird die Erreichung größtmöglicher Schnelligkeit dadurch erleichtert, daß der vorauffahrende (oder laufende) Schrittmacher einen *Maßstab* für die einzuhaltende Anstrengung abgiebt. Wie schon früher für den Lauf ausgeführt, ist es für denjenigen, der allein irgend eine Schnelligkeitsbewegung ausführt, ungemein schwer, das Maß seiner Schnelligkeit abzuschätzen und zu empfinden, ob er sein Höchstes an Kraft aufwendet. Das Beispiel, dem nachgeeifert wird, der Wettkampf ist es erst, der alle verwendbaren Kräfte auslöst. Daher beim Wettlauf stets mehrere gleichzeitig laufen, so daß der eine des andern Schrittmacher ist; daher bei Läufern, von denen bekannt ist, daß ihre Leistungsfähigkeit verschieden, den weniger guten Läufern „*Vorgaben*“ gemacht werden, so daß sie nicht die ganze Laufbahn zu durchmessen haben, sondern den Lauf sofort von einem dem Ziel näher gelegenen Punkte beginnen. Nur dadurch erhält der bessere Läufer Mitbewerber, mit denen er ernstlich kämpfen muß, so daß er alle verfügbaren Kräfte einzusetzen gezwungen wird. Ist ihm der Sieg zu leicht gemacht, verringert sich auch seine Leistung.

Zweifellos hat die Benutzung von Schrittmachern sehr viel dazu beigetragen, die Leistungen im Radfahren auf eine so außerordentliche Höhe zu bringen. Ohne Schrittmacher wären die mitgeteilten Leistungsziffern doch nicht erreichbar gewesen. So groß das wissenschaftliche Interesse an diesen Ergebnissen auch ist — mit gesunder Leibesübung haben die Radrennfahrten in ihrer heutigen Gestalt nichts mehr zu thun. Im Gegenteil sind die öffentlichen Veranstaltungen dieser Art, namentlich die Dauerfahrten über 18, 24 und noch mehr Stunden, zu Schauspielen geworden, welche geradezu widerwärtige Züge aufweisen und schon sehr in Verruf gekommen sind. Mit Recht wenden sich die Radfahrervereinigungen unseres Vaterlandes, vorab der deutsche Radfahrerbund, immer mehr vom Rennfahren ab, und legen den Schwerpunkt ihrer Thätigkeit auf die Förderung des anregenden und gesunden Wanderfahrens, sowie auch des Kunst- und Reigenfahrens.

§ 339. Die Arbeitsgröße beim Radfahren.

Die Arbeitsgröße beim Radfahren.

Die Arbeitsgröße des Radfahrens hängt von einer Reihe von Umständen ab. Zunächst von der Beschaffenheit des Rades selbst. Ist die Mechanik des Rades eine gute, und ist das Rad gut gehalten und gereinigt, so können die Widerstände und Reibungen in den einzelnen Teilen der Maschine verschwindend gering werden. Der Mechanismus eines erstklassigen Rades arbeitet mit einer Leichtigkeit, die wunderbar genannt zu werden verdient. Es wird daher bei einem guten Rad kein besonderer Aufwand von Muskelkraft zur Überwindung von Widerständen nötig sein, die in der Maschine selbst liegen. Anders liegt natürlich die Sache bei einem schlecht gebauten und verschmutzten Rad. Hier wachsen die Widerstände in den Achsen der Räder, der Kettenübertragung usw. bei einer längeren Fahrt zu einer großen Summe von Hemmungen an, deren Überwindung einen oft nicht unbeträchtlichen Teil der Muskelarbeit für sich in Anspruch nimmt.

Reibungswiderstände in der Maschine.

Reibung der Räder gegen den Boden.

Ebenso wird das Arbeitsmaß beeinflußt, und zwar unter Umständen erheblich beeinflußt, durch die Reibung der Radreifen am Erdboden. Am geringsten ist diese Reibung und am leichtesten wird die Fahrt bei hartem, trockenem und genau ebenem Boden. Daher der Asphalt- oder Cementbelag der Radfahrbahnen. Ist solcher Boden naß und schlüpfrig, so fährt sich zwar ungemein leicht, aber die Gleichgewichtserhaltung wird auch schwieriger. Das Asphaltpflaster unserer Großstädte bringt bei Regenwetter manchen Radfahrer zu Sturz. — Die Reibung am Erdboden wird vermehrt bei zunehmender Rauhigkeit des Bodens. Vor allem aber wächst sie stark an, durch Vergrößerung der Berührungsflächen, bei nachgiebigem Boden. Über durchweichten einsinkenden Boden, über losen Sand oder lockeren Schnee zu fahren, steigert die Widerstände derart, daß das Fortkommen mit dem Rad zu einer wahren Anstrengung wird, die unter Umständen die Kräfte des Fahrers übersteigt, und ihn zwingt abzusitzen, und seine Maschine bescheidentlich neben sich zu führen.

Auf- und absteigender Weg.

Stark wechselt die Arbeitsgröße, wenn der befahrene Weg nicht horizontal liegt, sondern auf- oder absteigt. Ist der Weg nach abwärts geneigt, so wird die Arbeit des Fahrers mit zunehmender Abwärtsneigung der Straße immer geringer, ja gleich Null. Die Maschine rollt infolge der Schwerwirkung von selbst bergab, mit immer mehr beschleunigter Geschwindigkeit, eine Geschwindigkeit, die bei einem gewissen Grad von Abschüssigkeit derart anwächst, daß sie gefährlich wird und dem Radfahrer die Herrschaft über sein Fahrzeug benimmt. Hier kann selbst das Andrücken der auf das Vorderrad einwirkenden Bremse wenig mehr helfen.

Arbeit beim Bergauffahren.

Umgekehrt verhält sich die Sache bei ansteigendem Wege bergauf. Hier kommt zu der horizontalen Fortbewegung des Körpers das Aufwärtstragen desselben in senkrechter Richtung hinzu, und steigert bei der Schnelligkeit der Fahrt die Summe der aufzuwendenden Arbeit in kurzer Zeit auf ein sehr hohes Maß. Nehmen wir z. B. an, ein Radfahrer lege eine 10 Kilometer lange Strecke zurück, die bis auf 500 Meter allmählich ansteigt, also mit einem Steigungswinkel von 1:20. Es ist das ein verhältnismäßig geringer, häufig vorkommender Grad des Ansteigens. Rechnen wir die Arbeit der horizontalen Fortbewegung gleich der, als wenn der Fahrende sein Körpergewicht um $^1/_{40}$ der zurückgelegten Strecke senkrecht in die Höhe gehoben hätte, so beträgt diese Arbeit für 10 Kilometer bei 75 Kilogramm Körpergewicht

$$\frac{10{,}000}{40} \times 75 = 250 \times 75 = 18{,}750 \text{ Kilogramm-Meter.}$$

Dazu käme nun die wirkliche Erhebung auf 500 Meter mit

$$500 \times 75 = 37{,}500 \text{ Kilogramm-Metern.}$$

Zusammen über die gefahrenen 10 Kilometer also eine mechanische Arbeit von

56,250 Kilogramm-Metern.

Es war also bei einem solchen immerhin noch leichten Anstieg die aufgewendete Arbeit gegenüber der Arbeit beim Fahren über einen horizontalen Weg um das Dreifache vermehrt. Dies Beispiel zeigt, wie außerordentlich bei ansteigender Straße die Arbeit auf dem Fahrrade anzuwachsen vermag — und dementsprechend die körperliche Einwirkung dieser Arbeit. Die Arbeit des Berganfahrens wird noch dadurch erschwert, daß die Berührungsflächen zwischen Radreifen und dem Boden nur gering sind, so daß ein wirksamer Reibungswiderstand gegen die abwärts wirkende Schwerkraft nicht vorhanden ist. Dies erschwert namentlich bei glatter nasser Straße das Berganfahren in hohem Grade, ja macht solches unter Umständen unmöglich.

Winddruck.

Ein weiterer Umstand, der die Arbeitsgröße beim Fahren stark zu beeinflussen vermag, ist der größere oder geringere Widerstand der Luft. Daß bei ruhender Luft der Widerstand derselben um so mehr sich bemerkbar macht, je schneller die Fahrt, und daß bei schnellstem Fahren der Widerstand der Luft den größten Teil der Kraft des Radfahrers verbraucht, ist bereits oben erwähnt. Die Verhältnisse gestalten sich aber verschieden bei bewegter Luft unter dem Einfluß des Winddruckes. Je geringer die Reibungswiderstände in den Achsenlagern der Maschine und vor allem zwischen Radreifen und Erdboden sind, um so größer wird natürlich der Einfluß sein, welchen die Luftbewegung auf den Gang der Maschine ausübt. Der auf dem Rad befindliche Fahrer bietet mit seinem Körper dem Winddruck eine nicht unerhebliche Angriffsfläche dar. Wird mit dem Winde gefahren, so wird die Arbeit des Fahrens unter Umständen stark erleichtert. Wird dagegen entgegen der Windrichtung gefahren, so wird das Fahren mit wachsender Windstärke in wachsendem Grade erschwert, und die aufgewendete Arbeit muß entsprechend gesteigert werden. Und zwar in solchem Grade, daß bei sehr heftigem Wind der Einfluß des Winddruckes stärker wird als die Muskelkraft des Fahrers, d. h. daß die Fahrt unterbrochen werden muß, weil ein Fortkommen in der Richtung gegen den Wind nicht mehr möglich. Auch bei seitlichem Winddruck gilt es stärkere Muskelarbeit aufzuwenden, um trotz des Seitendruckes die Fahrtrichtung beibehalten zu können.

Atmung bei Winddruck.

Bei entgegenstehendem Wind sucht der Radfahrer durch Vornüberneigen des Körpers die Angriffsfläche für den Winddruck nach Möglichkeit zu verringern. Ebenso zwingt ihn die Notwendigkeit, regelmäßig und tief zu atmen, zu einer Senkung des Kopfes. Denn der starke Druck der gegen die Gesichtsfläche anprallenden Luft (bei schnellstem Fahren in ruhender Luft liegen diese Verhältnisse genau so wie bei langsamem Fahren gegen den Wind) erschwert in hohem Grade die Ausatmung. In geringerem Grade ist dies der Fall, wenn sowohl die Ein- wie die Ausatmung durch die Nase bewirkt wird, da bei aufrecht gehaltenem Kopfe die Richtung der Ausatmung durch die Nase senkrecht nach unten geht. Wird das Haupt gesenkt, so nähert sich die Richtung des Ausatmungsstromes immer mehr der Richtung des Luft- und Winddruckes, d. h. die Ausatmung wird wesentlich erleichtert. Nun ist aber, wie früher bereits beim Lauf besprochen, bei heftigen Schnelligkeitsübungen es nicht jedem möglich, die stark gesteigerte Ein- wie die Ausatmung lediglich durch die Nase zu bewirken; es muß die Atmung durch den Mund zu Hilfe genommen werden, und zwar beim Akt der Ausatmung. Denn mit offenem Munde gegen den Winddruck schnell zu fahren und so einzuatmen, muß unter allen Umständen zur Schonung der

Halsorgane sowohl wie der Elastizität des Lungengewebes unbedingt vermieden werden. Weniger bedenklich wird dagegen die Ausatmung durch den Mund sein, wenigstens bei mäßiger Fahrgeschwindigkeit und beim Fehlen entgegenstehenden Winddruckes. Anders wenn die Fahrgeschwindigkeit eine sehr große, oder wenn gegen den

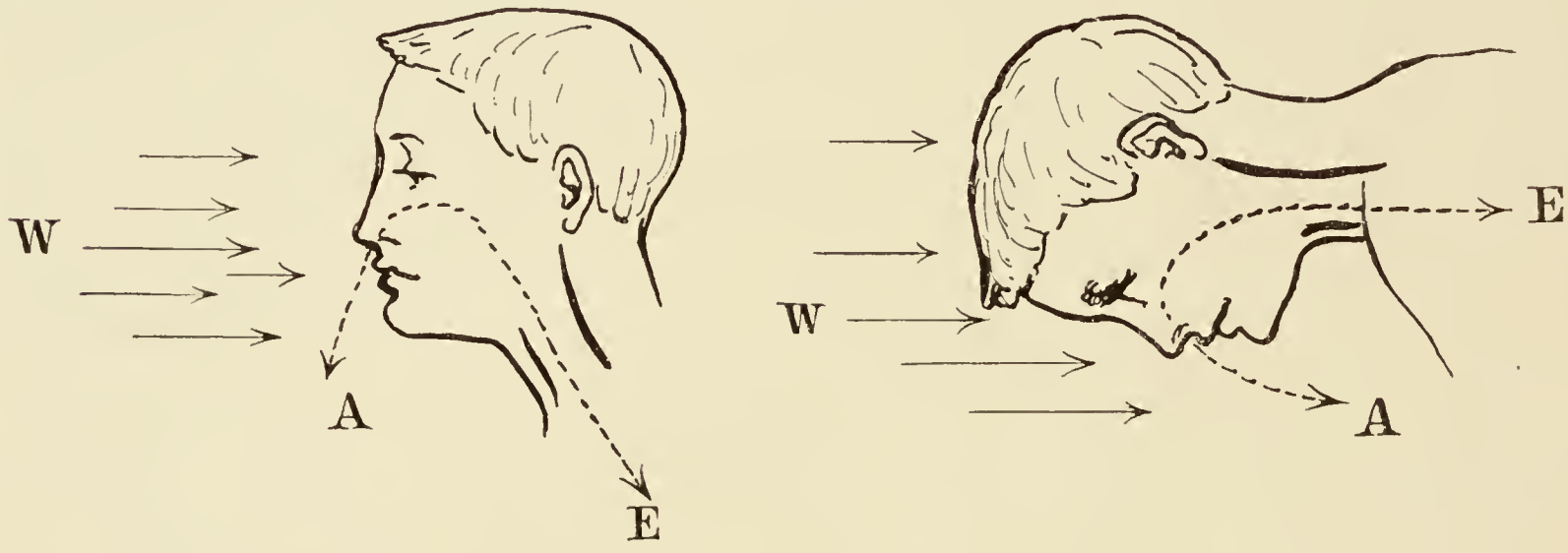


Fig. 539 und 540. Richtung der Atmung durch die Nase bei entgegenstehendem Winddruck. Die Pfeile W geben die Richtung des Winddrucks, E giebt die Richtung der Einatmung, A die der Ausatmung an. In Fig. 539 wird der Kopf aufrecht getragen, der Ausatmungsstrom bewegt sich senkrecht gegen den Winddruck; in Fig. 540 ist der Kopf stark geneigt, der Ausatmungsstrom A ist gleichsinnig mit der Windrichtung, ist mithin wesentlich erleichtert.

Wind gefahren werden muß. Hier muß der Kopf so weit gesenkt werden, daß sein Scheitel, gegen den Luftdruck gerichtet, diesen gewissermaßen bricht und zerteilt, um an den rückwärts gelegenen Ein- und Ausgangspforten der Atmung, der Nase und

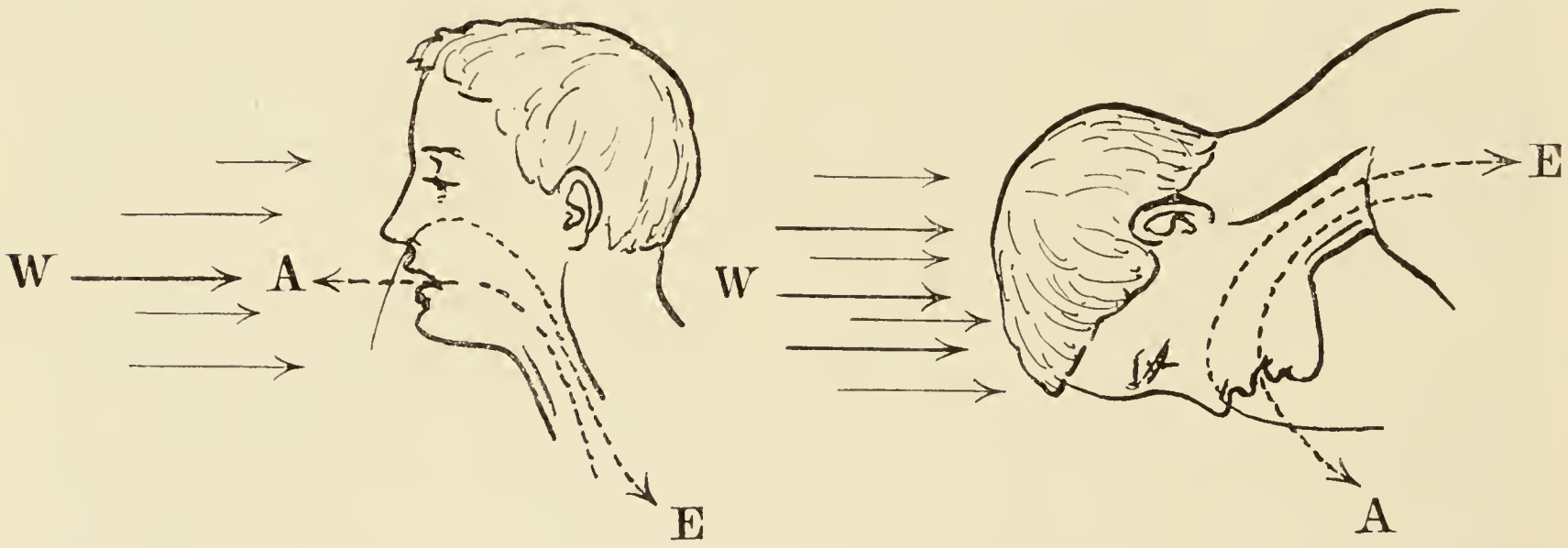


Fig. 541 und 542. Einatmung durch die Nase, Ausatmung durch den Mund bei entgegenstehendem starken Winddruck. W Richtung des Winddrucks, E der Ein-, A der Ausatmung. In Fig. 541 wird der Kopf aufrecht getragen, die Ausatmung A durch den Mund ist direkt gegen den starken Winddruck gerichtet, also außerordentlich erschwert. In Fig. 542 fängt der Scheitel des Kopfes den Winddruck auf, die Nase zerteilt den Luftstrom vor dem Munde, so daß die Ausatmung nach unten und hinten ungestört vor sich gehen kann.

dem Mund freies Spiel der Atmung zu ermöglichen. In diesem Falle ist der Ausatmungsstrom durch den Mund — der überdies durch die den Luftstrom teilende vorspringende Nase geschützt ist — nach unten gerichtet, und wird durch entgegenstehenden Luftdruck nicht erschwert.

Es ergiebt sich also für die Art der Atmung beim Radfahren die Vorschrift, daß bei mäßiger Fahrt, wenn eben möglich, nur durch die Nase eingeatmet wird. Bei sehr schneller Fahrt oder bei Fahrt gegen den Wind ist der Kopf nach vorne zu senken, um den Atemgang dem Einfluß des Luftwiderstandes und Luftdruckes möglichst zu entziehen. Dies wird besonders notwendig, wenn die Enge des Luftweges durch die Nase den genügenden Luftwechsel mittels der Atmung, die, wie wir gleich sehen werden, bei der Fahrt ungemein gesteigert wird, nicht mehr gestattet. Dies ist aber häufig der Fall. Es muß dann die Mundatmung zu Hilfe genommen werden, und zwar die Ausatmung durch den Mund, die unbehindert nur in der senkrechten Richtung nach unten erfolgt. Der Rat Tissié's, beim Radfahren „durch die Nase einzuatmen, durch den Mund auszuatmen", wird also nur für die eben gedachten Ausnahmefälle zu empfehlen sein. — Vorschrift für die Atmung beim Radfahren.

Fassen wir alles Gesagte zusammen, so ergiebt sich, daß die Arbeitsgröße beim Radfahren je nach den Widerständen in der Mechanik des Rades selbst, je nach der Beschaffenheit des Bodens, und je nach der Neigung der Bodenfläche, und endlich je nach der Richtung und Stärke des Winddruckes eine sehr wechselnde ist. Sie ist aber auch unter den günstigsten Verhältnissen — ebener harter Boden, ruhige Luft, tadellos gearbeitetes Rad — eine immerhin recht bedeutende, wie sich schon aus den Berechnungen von Rankine und Zuntz ergiebt, welche den Arbeitsaufwand gleich der senkrechten Erhebung des Körpers auf $^1/_{40}$ der zurückgelegten Wegestrecke setzen.

§ 340. Körperliche Einwirkungen des Radfahrens.

Körperliche Einwirkungen des Radfahrens.

Die körperlichen Einwirkungen des Radfahrens sind mit denen der anderen Schnelligkeits- und Dauerübungen darin gleicher Art, daß die örtlichen Ermüdungs-

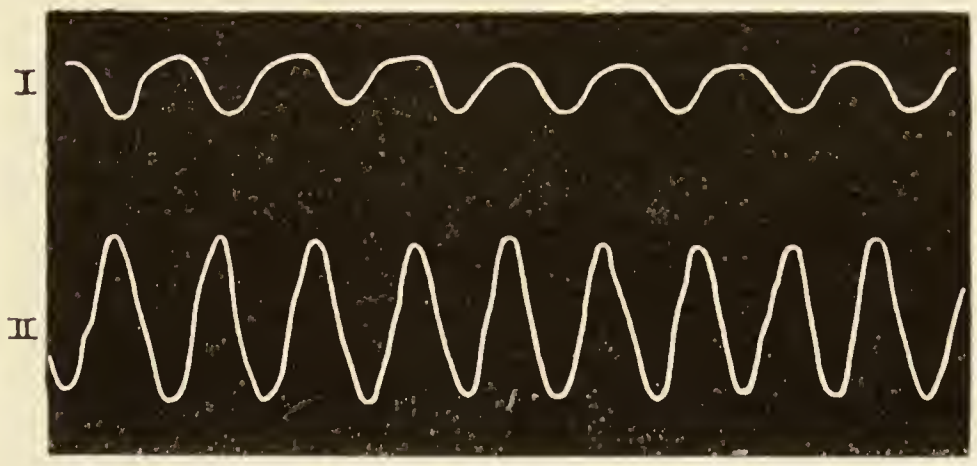


Fig. 543. Mit dem Pneumographen von Marey aufgenommene Kurven der Atembewegung vor und nach einer Radfahrt über 20 Kilometer. Die obere Kurve I zeigt die Größe der normalen Atembewegungen vor der Fahrt. Die Kurve II zeigt, wie die Atembewegungen sowohl nach Zahl (44 in der Minute) wie vor allem nach Tiefe gesteigert sind. — Die aufsteigende Linie der Kurve entspricht jedesmal der Ein-, die absteigende nach Erreichung des Gipfels der Ausatmung.

erscheinungen in den arbeitenden Muskeln im Verhältnis zu den erreichten, oft außerordentlich großen Arbeitssummen geringfügig sind und zurücktreten gegenüber der Beeinflussung der Atmung, der Herzarbeit und des Stoffwechsels. Diese Beeinflussung tritt ihrerseits wieder verschieden hervor, je nach dem Umfang der in einer bestimmten Zeitdauer geleisteten Muskelarbeit.

Was zunächst die Atmung betrifft, so wächst schon bei mäßig schnellem Radfahren sowohl die Zahl der Atemzüge in der Minute, als auch der Umfang jedes Einfluß auf die Atmung.

Atemzuges selbst nach allen Durchmessern der Lunge. Bei guter Haltung auf dem Rade, welche auch die oberen Lungenabschnitte ausgiebig an der gesteigerten Atemthätigkeit mit beteiligt und nach keiner Richtung hin die volle Entfaltung der Lungen hindert, stellt daher ein gleichmäßiges ruhiges, über längere Strecken fortgesetztes Radfahren eine treffliche Atemübung dar. Ist der Anfänger, dem die Gleichgewichtserhaltung noch Schwierigkeit macht, so daß er Arm- und Rumpfmuskeln unnötig zu-

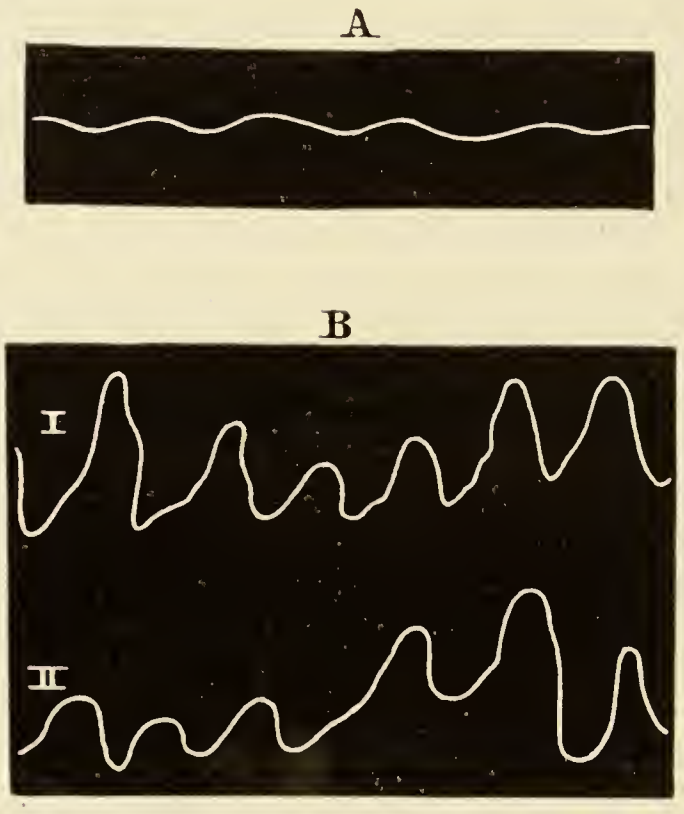


Fig. 544. Unregelmäßige Atmung und Atemerschöpfung nach einer Rennfahrt, die ein noch Ungeübter auf dem Dreirad unternommen. A Atemkurve vor der Fahrt. B Atemnot nach Zurücklegung von 1250 Metern. BI unmittelbar nach Unterbrechung der Fahrt, BII 2 Minuten 10 Sekunden später aufgenommen. — Der Unterschied zwischen der flachen Atmung in der Ruhe, und den ganz unregelmäßigen umfangreichen Atemzügen als Ausdruck der Atemnot ist ein außerordentlich sinnfälliger. — Nach Tissié (L'hygiène du vélocipédiste).

sammenzieht, auch noch sehr geneigt, den Atem hier und da anzuhalten, und bald tiefer bald flacher zu atmen, so gestaltet sich beim Geübten, dem eine ungezwungene leichte Haltung auf dem Rad zu eigen geworden ist, die Steigerung der Atemthätigkeit rein automatisch in voller Regelmäßigkeit. Anders wenn das Radfahren bis zur Höchstleistung in Bezug auf Schnelligkeit gesteigert wird, also bei schnellstem Wettfahren, bei schnellem Berganfahren, bei starker Arbeit gegen den Winddruck. Hier steigert sich mit dem Anwachsen der gesamten Arbeitsgröße in der Zeiteinheit auch die Atemarbeit schnell bis zu beginnender Atemerschöpfung, die sich in unregelmäßigem Atemgang, schnappenden kurzen Einatmungen und sonstigen Erscheinungen der Atemnot und der Blutüberfüllung in den Lungen äußert. Wir haben diese Erscheinungen beim Lauf wie beim Rudern besonders kennen gelernt. Im ganzen ist es indes unzweifelhaft, daß auch bei schnellstem Radfahren die Ermüdung der Atmungsorgane nicht so leicht und so oft in die Erscheinung tritt wie bei schnellstem Lauf und bei schnellstem Rudern. Die Arbeitsgröße ist bei letzteren Leibesübungen doch eine bedeutendere.

Einfluß auf die Herzthätigkeit.

Stärker tritt beim Radfahren der Einfluß auf die Herzarbeit hervor. Es wächst der Umfang der Herzarbeit unter erheblicher Steigerung der Pulsziffer, und diese Vermehrung der Herzthätigkeit vollzieht sich unter schwierigen Verhältnissen, indem auch der Blutdruck ein größerer wird. Erst nach einer gewissen Fahrtdauer erweitern sich die Blutgefäße in den arbeitenden Muskeln und weiter auch in der Haut: unter oft recht starkem Schweißausbruch tritt dann ein langsames Absinken des

Blutdruckes und damit Erleichterung ein. Wir haben diese Erscheinung schon beim Schnellrudern besprochen — nur daß hier, wo der Umfang der an der Bewegung beteiligten Muskeln ein viel größerer ist als beim Radfahren, auch diese erleichternde Gefäßerweiterung und das Sinken des Blutdruckes sich eher einstellt. Mit dem Zurückgehen des Blutdruckes tritt auch eine Beruhigung in der Häufigkeit der Herzzusammenziehungen ein: die Pulsziffer, welche namentlich bei anstrengendem Radfahren bis auf 200—250 Pulsschläge in der Minute anwachsen kann, ähnlich wie auch bei anderen Schnelligkeitsübungen, beginnt wieder zu sinken. Lehrreich ist folgende Beobachtung von Mendelssohn (Fig. 545): Der Puls der Versuchsperson vor der einstündigen über 20 Kilometer gehenden Fahrt betrug 68. Nach einer halben Stunde Radfahren war derselbe um das Doppelte, auf 152, gestiegen.

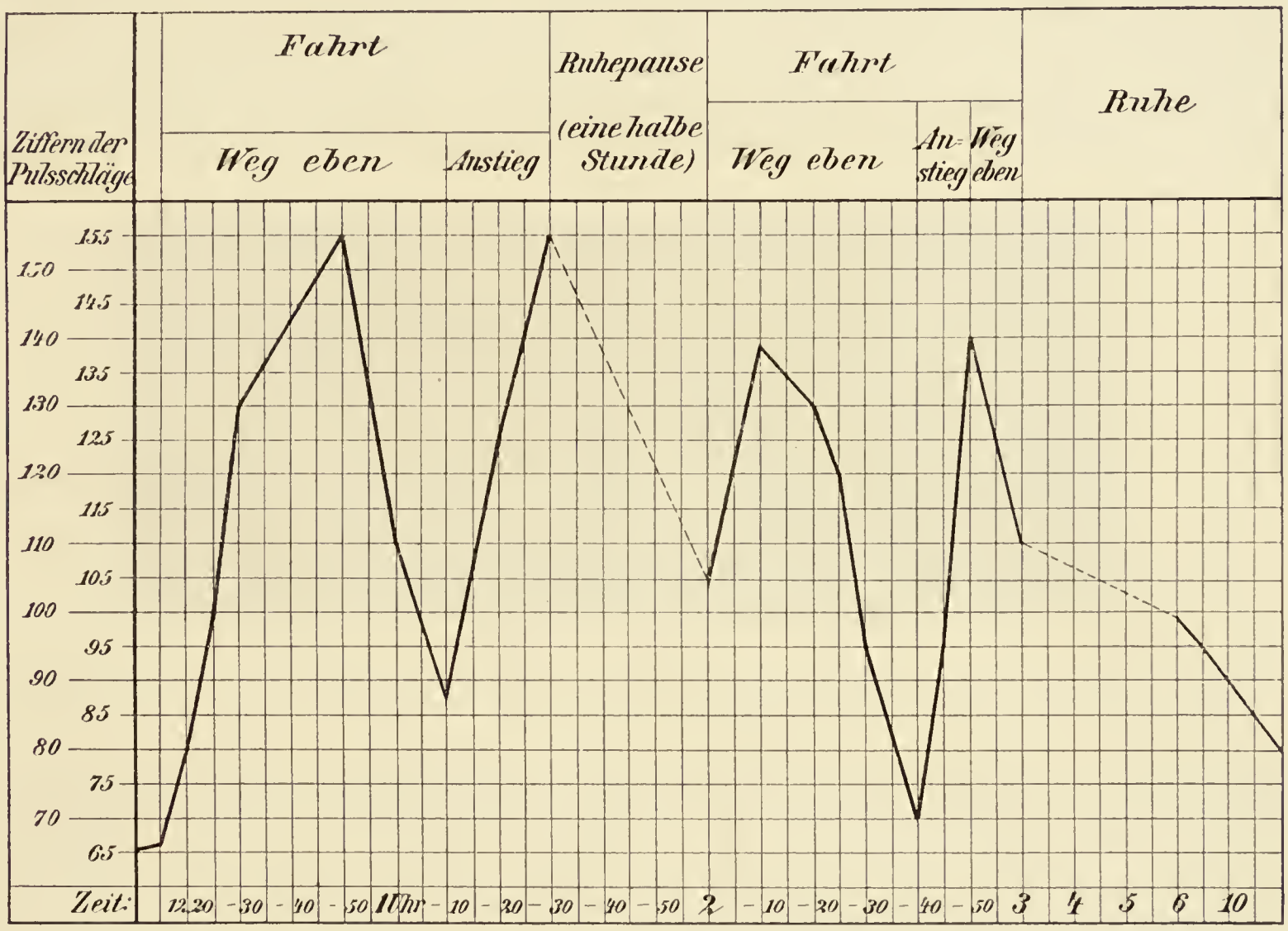


Fig. 545. Einfluß einer Radfahrt mit zum Teil ansteigendem Weg auf die Pulszahl bei einem gesunden jungen Manne.

Die Ziffer fiel beim Weiterfahren allmählich unter 100, um bei ansteigendem Wege durch die gesteigerte Anstrengung auf 150 wieder anzuwachsen. Nach halbstündiger Pause, wobei der Puls auf 105 herabgegangen war, wird die Fahrt wieder aufgenommen. In 10 Minuten ist der Puls wieder auf 138 angestiegen, um nun — Sinken des Blutdruckes und beginnende Herzermüdung — bis auf 70 herabzugehen. Sowie der Weg aber ein ansteigender wird, und ein größeres Maß von Energie wieder eingesetzt werden muß, schnellt auch die Pulsziffer wieder in die Höhe, bis auf 140. Bemerkenswert ist, daß in der Ruhe nach drei Stunden die Pulszahl noch 98, nach siebenstündiger Ruhe noch 90, nach zehnstündiger Ruhe noch 80 betrug. Dies stimmt mit anderen Beobachtungen, wonach nach Radfahrten die vermehrte Herzthätigkeit nur sehr langsam auf die Norm zurückging. So zählte Villaret bei einem Radfahrer, der von Berlin nach Brandenburg (61 Kilometer) gefahren war, noch nach 3 Stunden der Ruhe 200 Pulsschläge.

Überanstrengung des Herzens.

Bei sehr angestrengtem Radfahren (Rennfahren, ausgedehntes Dauerfahren in überschnellem Zeitmaß, schnelles Berganfahren, Fahren gegen stärkeren Winddruck) wird die Herzarbeit leicht bis zu Erscheinungen der Übermüdung des Herzens gesteigert. Es kann Herzblähung eintreten, entweder vorübergehender Art, wie wir sie früher beim Bergsteigen kennen gelernt, oder in seltenen Fällen auch dauernder Art. Auch andere Störungen der Herzthätigkeit, aussetzender kleiner Puls, lästiges Herzklopfen, Beklemmungserscheinungen, selbst Klappenfehler hat man nach Radfahren eintreten sehen, Störungen, die zum Teil dauernd verblieben. Endlich liegen eine Reihe von Fällen vor, in denen beim Radfahren, namentlich beim Berganfahren, durch Herzüberanstrengung plötzlicher Tod eintrat. In einem von Kisch in Marienbad im Sommer 1898 beobachteten Fall handelte es sich um einen Gehirnschlag, dem der Betreffende, ein sehr fettleibiger Herr, unterlag. Auch bei den anderen Unglücksfällen handelte es sich wohl nur um Leute, deren Herz nicht gesund und daher der Anstrengung nicht gewachsen war. Für mehrere dieser Verunglückungen ist das ausdrücklich festgestellt. Bei der ungeheuren Zahl der Radfahrer und Radfahrerinnen sind die thatsächlich durch das Radfahren verursachten Schädigungen des Herzens

Unglücksfälle beim Radfahren.

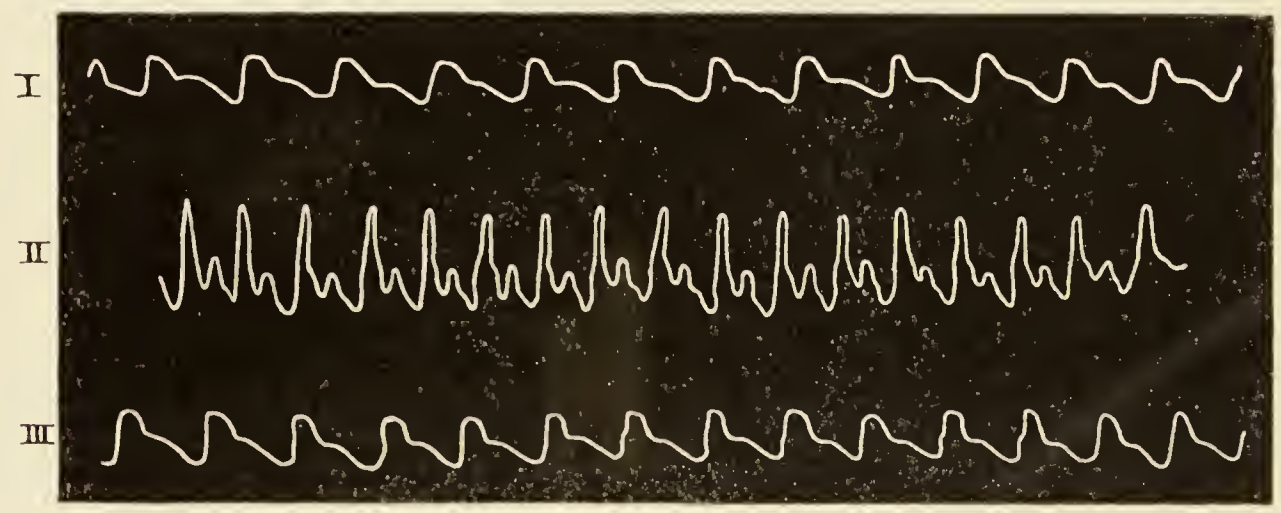


Fig. 546. Pulskurven eines 44jährigen fettleibigen Mannes bei mäßigem Radfahren. — I im Ruhezustand vor der Fahrt, II unmittelbar nach der Fahrt, III sechs Stunden nach der Fahrt aufgenommen. — Nach Prof. Kisch.

schließlich doch nur vereinzelte Vorkommnisse. Es verdient hervorgehoben zu werden, daß, ähnlich wie beim Bergsteigen, ein sehr mäßiges, gut bewachtes Radfahren durch die Steigerung der Arbeit eine wohlthätige Übung auch für den geschwächten, fettumwachsenen Herzmuskel zu bedeuten vermag, und daß Störungen des Kreislaufes so gebessert und beseitigt werden konnten. —

Einfluß des Radfahrens auf den Stoffwechsel.

Entsprechend der Arbeitsgröße beim Radfahren ist auch der Stoffumsatz bei demselben ein sehr lebhafter. Es liegen hierfür verschiedene Messungen vor, welche besonderes Interesse beanspruchen. So maß Leo Zuntz den Sauerstoffverbrauch beim Radfahren wie beim Gehen. Er fand folgende Werte:

Sauerstoffverbrauch beim Radfahren und beim Wandern.

1. Radfahren.

Zeitmaß der Fahrgeschwindigkeit:	Sauerstoffverbrauch für 1 m Weg:
9 km in der Stunde (sehr langsames Fahren)	4,5 ccm
15 km in der Stunde (bequemes Fahren)	4,8 ccm
21,5 km in der Stunde (schnelleres Fahren)	5,76 ccm

2. Gehen.

Zeitmaß der Gehbewegung:	
3,6 km in der Stunde (langsamer Spaziergang)	8,3 ccm
6 km in der Stunde (Wanderschritt)	9,8 ccm
8,6 km in der Stunde (Eilschritt)	16,34 ccm

Vergleicht man von diesen Werten als Mittelmaße für vielgeübte gesunde Bewegung das Fahren über 15 Kilometer und das Marschieren über 6 Kilometer in der Stunde, so verbraucht der Radfahrer: $15{,}000 \times 4{,}8 = 72$ Liter Sauerstoff, entsprechend einem Verbrennungswert von 35 Gramm Fett; der Fußwanderer: $6000 \times 9{,}8 = 58{,}8$ Liter Sauerstoff, entsprechend einem Verbrennungswert von 29 Gramm Fett. Mithin erfordert das Radfahren in dem bequemen Zeitmaß von 15 Kilometern in der Stunde etwa 22% mehr an Kraft als der Marsch im Zeitmaß von 6 Kilometern in der Stunde. —

Harnstoffausscheidung.

Ebenso liefert die Ausscheidung des Harnstoffes im Harn einen Maßstab für den Umfang des Stoffwechsels und des Anwachsens desselben beim Radfahren. In einem von Mendelssohn mitgeteilten Falle geht die Beobachtung über eine Fahrt von 50 Kilometern, die ein 24jähriger Student ausführte. Die Harnstoffziffer wurde auf den Tag in 24 Stunden berechnet. Sie betrug vor der Fahrt 18,80 Gramm, stieg nach 20 Kilometer Fahrt auf 20,79, nach 30 Kilometern auf 20,93, und hatte nach 50 Kilometern 21,12 erreicht.

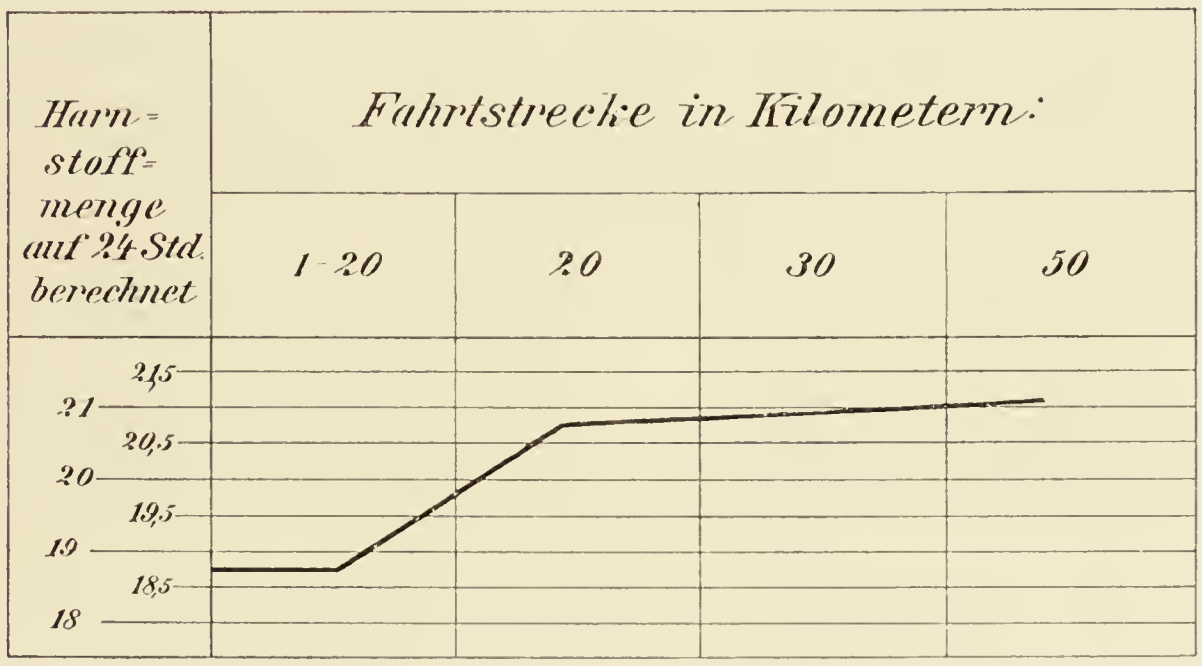


Fig. 547. Anwachsen der Harnstoffausscheidung bei einer längeren Radfahrt. Die Ziffer wächst stark während der ersten 20 Kilometerfahrt; von da ab langsamer. (Nach Mendelssohn.)

Zu der gesteigerten Verbrennung in den Geweben gesellt sich beim Radfahren ein starker Schweißverlust, und bewirkt nach längeren Radfahrten Entwässerung und Gewichtsabnahme des Körpers. So erlitt der Radfahrer Stophane, um einen außerordentlichen Fall anzuführen, bei einer Dauerfahrt über 673,3 Kilometer in 24 Stunden einen Verlust an Körpergewicht von nicht weniger als 6,35 Kilogramm.

Der starke Stoffverlust beim Radfahren, verbunden mit der Austrocknung des Mundes, die namentlich dann sehr unangenehm sich bemerkbar macht, wenn nicht anhaltend durch die Nase geatmet wird, verursacht ein starkes Durstgefühl, sowie Gefühl von Hunger. Der Appetit des Radfahrers bei der Wanderfahrt ist ein wohlbekannter. Nur dann fehlt dieser gesunde Appetit, wenn die Fahrt dem Kräftezustand des Radfahrers gemäß eine zu anstrengende, der Radfahrer zu Dauerleistungen weder angeübt noch in entsprechender Körperverfassung war, so daß der Zustand der allgemeinen Übermüdung des Körpers eintritt.

Anregung der Darmthätigkeit.

Einfluß auf die Unterleibsorgane.

Die Art der Bewegung beim Radfahren bringt es mit sich, daß die Darmthätigkeit in einer oft recht erwünschten Weise vermehrt wird. Daß das Radfahren einmal durch Steigerung der Blutfülle und weiterhin durch mechanische Reizung mittels der Sattelspitze einen erregenden Reiz auf die Unterleibsorgane und nament-

lich die Geschlechtsteile ausübe, ist zwar viel behauptet worden, hat aber auch mit Recht lebhaften Widerspruch hervorgerufen. Es ist nicht richtig, daß die Beckenorgane beim Radfahren blutüberfüllt sind; weit eher ist infolge der Anregungen des Blutkreislaufes durch die rhythmischen Bewegungen der Beine das Gegenteil der Fall. Schmerzhafte Druckwirkungen auf Damm und Harnröhre sind aber eine Folge fehlerhafter Sattelstellung und schlechten Sitzens, sind also durchaus vermeidbar.

Einfluß auf das Nervensystem.

Was nun den Einfluß des Radfahrens auf das Nervensystem betrifft, so ist derselbe nicht in dem Maße von erholender Art, wie dies bei andern Schnelligkeits- und Dauerübungen, z. B. beim Wandern, Bergsteigen und Rudern der Fall ist. Denn der auf der Landstraße schnell dahinsausende Radfahrer hat unausgesetzte Aufmerksamkeit auf die Beschaffenheit des Weges, auf etwaige Hindernisse, auf entgegenkommende Fuhrwerke usw. zu richten. Auch der sicherste Fahrer bedarf stets einer gewissen Anspannung des Nervensystemes. Die Ausspannung, welche die halbautomatischen Bewegungen dem Geiste gewähren, und ihm bei Wanderungen gestatten, sich ganz dem Naturgenuß hinzugeben, ist für den Radfahrer doch nur in beschränkterem Maße vorhanden. Wenn andererseits der Gelehrte, dessen Geist durch irgend eine größere Arbeit unausgesetzt beschäftigt ist, wenn der Geschäftsmann, der die Sorge um seine Unternehmungen stetig mit sich herumträgt, gerade deshalb das Radfahren schätzt, weil das Rad den Fahrer zwingt, seine Gedanken nur auf den Weg zu richten, so ist das bei solchen nervösen Leuten immerhin ein nicht zu verachtender Vorteil.

Einige gesundheitliche Fragen.

§ 341. Einige gesundheitliche Fragen.

Eine Frage, die heute vielfach gestellt wird, ist die: ob das Radfahren gesund sei? Das läßt sich natürlich in solcher Allgemeinheit gar nicht beantworten, denn es kommt sehr darauf an, welches Radfahren gemeint ist, und für wen es gesund sein soll.

Vom eigentlichen Rennfahren und dem Tränieren zu solchem können wir hier absehen. Die Einwirkungen desselben sind genugsam erörtert, und über die Gefahren, namentlich der Rennfahrten über sehr große Strecken, oder über große Zeitdauer, kann ein Zweifel nicht bestehen. Zudem handelt es sich auf diesem Gebiet immer mehr nur um Berufsfahrer, die ja wissen müssen, wofür sie ihre Haut zu Markte tragen. Es kann sich also in den nachfolgenden kurzen Erörterungen nur um ein zur Wahrung von Gesundheit und Frische betriebenes mäßiges Radfahren handeln, welches gelegentlich auch einmal zu etwas größerer Anstrengung namentlich hinsichtlich der Dauer Anlaß giebt, sich dagegen von sportlichem, auf Höchstleistungen gerichtetem Betrieb völlig fernhält.

Radfahren in früher Jugend.

Was die verschiedenen Altersstufen betrifft, so ist oben bereits ausgeführt, daß für das Alter vor den Entwicklungsjahren das Radfahren nicht nur mehr wie entbehrlich und für solche Jugend das Tummeln im Spiel sowie das Turnen weit gemäßer und bekömmlicher ist, sondern daß auch in diesen Jahren, wo das Knochenwachstum noch in vollem Gange ist, gewohnheitsmäßige schlechte Haltung beim Radfahren besonders leicht sich einbürgert und dauernde Schäden nach sich zieht. Auch in den Entwicklungsjahren selbst ist das Radfahren mindestens entbehrlich. Weitere Dauerfahrten, über eine Reihe von Tagen ausgedehnt, sind wegen ihrer angreifenden Wirkung auf den Stoffwechsel in dieser Zeit starken Wachstums stets bedenklich.

Radfahren bei Erwachsenen.

Für Erwachsene ist dagegen das Radfahren, von besonderen noch zu erwähnenden Umständen abgesehen, bis zur Schwelle des Greisenalters gut bekömmlich. Der Radfahrer wird natürlich in den jugendfrischen Jahren von 20—30 eher

Neigung wie Befähigung zu besonderen Leistungen in Bezug auf Schnelligkeit wie in Bezug auf Geschicklichkeit (Kunst- und Reigenfahren) haben, während in den Jahren von 30—50 die Neigung zu kleineren oder größeren Wanderfahrten (Tourenfahren) vorherrscht.

Im besonderen ist folgendes hervorzuheben. Da, wie gezeigt, das Radfahren vor allem die Herzthätigkeit stark belastet, und unter Umständen sogar dauernd schädigen kann, so ist nach dieser Hinsicht größte Vorsicht notwendig. Wirklich Herzkranke gehören unter keinen Umständen auf das Fahrrad. Junge Leute, bei denen zwar krankhafte Zustände am Herzen nicht nachweisbar sind, die aber Scharlach, Diphtherie, Gelenkrheumatismus, Typhus oder eine ähnliche schwere Erkrankung früher überstanden haben, mögen auf dem Rade besonders vorsichtig sein, und bei den geringsten Anzeichen von stärkerer Atembeschleunigung oder gar von Atemnot das Zeitmaß der Fahrt entweder stark verlangsamen, oder die Fahrt unterbrechen. Solche thun ferner gut, ab und zu Herz und Lungen untersuchen zu lassen, denn nicht gar selten sind nach jenen Erkrankungen doch Veränderungen an den Herzklappen und der Herzmuskulatur übrig geblieben, welche, früher noch nicht nachweisbar, allmählich unter dem Einfluß der Anstrengung des Radfahrens mehr in die Erscheinung treten, und zu dauernder Schädigung der Herzarbeit führen können.

Vorsicht hinsichtlich der Herzthätigkeit.

Herzschwäche nach Krankheiten.

Desgleichen ist darauf hinzuweisen, daß nach Ablauf irgend einer fieberhaften Erkrankung der Herzmuskel oft nur sehr langsam sich erholt, und leicht ermüdbar bleibt, auch wenn sonst schon längst der volle frühere Stand der Gesundheit wiedererlangt zu sein scheint. Daraus geht hervor, daß es verhängnisvoll werden kann, wenn Wiedergenesende sich allzufrüh aufs Rad setzen, und gar längere Fahrten unternehmen.

Die starken Stoffumsetzungen und der heftige Schweißverlust bei Radfahrten entwässern und entfetten den Körper, falls in Bezug auf Flüssigkeits- und Nahrungszufuhr in geeigneter Weise Maß gehalten wird. Sehr fettleibige schwere Menschen mindern daher durch regelmäßig betriebenes Radfahren ihr Körpergewicht oft nicht unerheblich herab und gewinnen durch Einschmelzung namentlich der zwischen den Baucheingeweiden und in den Bauchdecken angehäuften Fettmassen freieres Spiel des Zwerchfelles und leichteres Atmen. Nun ist bei Fettleibigen auch das Herz mehr oder weniger fettumwachsen und weniger arbeitsfähig. Wenn daher bei solchen einerseits der langsame Schwund des Fettes, in Verbindung mit der Übung des Herzens durch die gesteigerte Thätigkeit desselben, das Radfahren als sehr nützlich erscheinen läßt, so liegt andererseits gerade hier der Anlaß zu ganz besonders leicht eintretender Überarbeitung und Schädigung vor. Stauungen werden bei einem durch Fett geschwächten Herzmuskel bald zur Entstehung von Herzblähung oder Herzerweiterungen führen, Herzerschöpfung wird eher eintreten. Radfahren darf also bei Fettleibigen nur mit großer Vorsicht betrieben werden. Die Fahrt soll nicht unmittelbar der Mahlzeit und — bei gleichzeitiger Anwendung einer Entfettungskur — dem Trinken von Mineralwasser oder dem Bade folgen, sondern etwa 2 Stunden später. Als Maß der Fahrt werden etwa 8 Kilometer in der Stunde, und im ganzen nicht mehr als 20—30 Kilometer im Tage empfohlen (Kisch); Straßen, die stärker als 3 Proz. ansteigen, sind zu meiden. Ist die Fettleibigkeit verbunden mit Blutarmut, Entartungszuständen des Herzmuskels, Herzerweiterung oder Verkalkungen der Pulsaderwände, so ist das Radfahren als gefährlich zu unterlassen.

Fettherz.

Bestehen, wie häufig bei wohllebenden fettleibigen Herren, Erscheinungen von Gicht, so kann sich ein regelmäßiges Radfahren als sehr wohlthätig erweisen. Ein gleiches ist der Fall bei leichten Fällen von Zuckerkrankheit.

Radfahren bei Gicht und Zuckerkrankheit.

Fahren in Radfahrvereinen.

Nur auf eins sei bei alledem besonders hingewiesen. Die Pflege des Radfahrens in besonderen Vereinen und häufigere Ausfahrt in Gemeinschaft von Freunden hat für viele besondere Anziehungskraft. Es ist aber gar nicht so selten, daß in solchen Vereinigungen jüngere schneidige Fahrer den Ton angeben, und daß ältere, etwas fettleibige und der Atem- und Herzermüdung leichter unterworfene Mitglieder sich durch das Gefühl der Zusammengehörigkeit und einen gewissen Ehrgeiz verleiten lassen, bei solchen Vereinsfahrten über Gebühr sich anzustrengen und zu ermüden. Radfahrergesellschaften sollten sich mehr, als es manchmal geschieht, der Verantwortung für die Gesundheit jedes ihrer Mitglieder bewußt sein, und schwächere kurzatmige Fahrer nicht zu strammen Fahrten mitschleppen.

Lebensführung und Kleidung.

Für längere Fahrten gilt bezüglich der Lebensführung unterwegs (möglichste Enthaltung von alkoholischen Getränken!) so ziemlich dasselbe, was wir in früheren Abschnitten bezüglich der Wanderungen und Bergfahrten bereits ausgeführt haben. Ebenso ist es mit der Kleidung (s. o. § 164), welche bequem und leicht sein soll, und namentlich der gesteigerten Hautthätigkeit voll Rechnung tragen muß. Die reichen praktischen Erfahrungen haben dazu geführt, daß in diesem Betracht ziemlich allgemein sich die besten Gewohnheiten eingebürgert haben und die Art sich zu kleiden bei den meisten Radfahrern eine ganz zweckentsprechende ist, in manchen Punkten auch, z. B. hinsichtlich der Einbürgerung der Kniehosen und langen Strümpfe, ästhetisch einen Fortschritt bedeutet.

Kleidung der Radfahrerinnen.

Was die Kleidung der Radfahrerinnen betrifft, so bestehen hier noch sehr viele Unterschiede. Neben sehr praktischen Anzügen für längere Fahrten, z. B. aus Lodenstoff, welche ebenso bequem als wohlanständig und gut kleidend sind, sieht man auch mancherlei Auswüchse. Dabei spielt nun auch die Figur der betreffenden Radfahrerin eine große Rolle. Ein Radfahrkostüm, welches ein schlankes junges Mädchen trefflich kleidet, und keinerlei Anstoß zu erregen braucht, kann bei einer korpulenten breithüftigen Dame in etwas vorgeschritteneren Jahren geradezu abstoßend wirken. Manche Vertreterin des schönen Geschlechts wird allerdings niemals ein anmutendes Bild auf dem Fahrrad darbieten — sie mag sich kleiden, wie sie will.

Korsett beim Radfahren.

Nur kurz sei die Korsettfrage gestreift. Wie unheilvoll das Korsett auf die Zwerchfellatmung wirkt, ist früher gezeigt worden. Desgleichen wie bei vornübergebeugter Haltung, z. B. an der Nähmaschine, durch den Druck des Korsetts die Leibeshöhle in der Mitte zusammengeschnürt und ähnlich einer Sanduhr verengt wird. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß beim Radfahren, wo es auf die Unterhaltung einer vermehrten und vertieften Atmung so sehr ankommt, das Korsett der vollen Ausnutzung der gesamten Atemfläche der Lungen hemmend im Wege steht und bei längerem schnellen oder bei ansteigendem Fahren bewirkt, daß die Atmung eher eine ungenügende wird. Auch auf die Kreislaufthätigkeit wirkt das Korsett beeinträchtigend ein. Es ist daher die Forderung als eine unbedingte erhoben worden, daß das Tragen eines Korsetts für Radfahrerinnen zu verbieten sei. Indes hat diese Vorschrift auch ihr Bedenkliches. Bei einem Mädchen, welches an den steten Gebrauch eines festen Schnürleibes gewöhnt ist, übernimmt das Korsett, indem es sich auf die breiteren Hüften stützt, einen großen Teil der Tragung des Rumpfgewichts auf den Hüftgelenken und entlastet die langen Rückenmuskeln. Teils durch diese Entlastung, teils durch den direkten Druck des Schnürleibs bleiben diese Muskeln in der Entwicklung zurück, werden schwächlich und schrumpfen. Während am Rücken eines Mädchens, das nie ein Korsett trug, die Rückenmuskeln in starkem Relief rechts und links von der Wirbelsäule vorspringen, ist der Rücken eines Weibes, welches gewohnt war, sich stets stark zu schnüren, platt und das Relief der langen Rückenmuskeln verstrichen infolge der Verkümmerung der Rückenmuskulatur. Setzt man ein solches Mädchen, das

sich stets geschnürt trug, ohne Korsett auf das Rad, wo doch die Gleichgewichtserhaltung eine namentlich bei Erlernung des Fahrens recht beträchtliche Anstrengung der Rückenmuskulatur erfordert, so wird die Folge nur die sein, daß die geschwächten kümmerlichen Muskeln vorzeitig ermüden, und eine jede Radfahrstunde heftige Rücken- und Kreuzschmerzen hinterläßt. Nicht nur das. Das Gefühl der Schwäche im Rücken wird auch zu dem stets wiederholten Versuch verführen, den Rumpf vornüberzulegen, um einen Teil der Rumpflast den auf die Lenkstange aufstützenden Armen zu übertragen. Die Haltung auf dem Rad wird eine schlechte werden. Aus diesem Grunde empfiehlt es sich, mit der Ablegung des Korsetts beim Radfahren nicht so überschnell und unvermittelt vorzugehen. Einen passenden Übergang würde für die erste Lernzeit im Radfahren ein Korsett mit seitlichen Gummieinlagen sein, welches Atembewegungen auch der unteren Brustabschnitte gestattet. Erst wenn durch die Übung des Radfahrens in guter Haltung die Rückenmuskeln wieder erstarkt sind, dann mag die Radfahrerin den festen Schnürleib ganz verbannen, und durch ein sogenanntes Gesundheitskorsett (unter diesem Namen wird allerdings auch viel verkehrtes unzweckmäßiges Zeug in den Handel gebracht) oder Leibchen ersetzen. —

X.

Anhang.

Das Übungsbedürfnis in den verschiedenen Lebensaltern.

Nachdem in den einzelnen Abschnitten dieses Buches gezeigt worden, wie groß die Verschiedenheit der Einwirkungen ist, welche die einzelnen Übungsarten auf die Hauptthätigkeiten des Körpers besitzen, soll im folgenden eine gedrängte Zusammenstellung darüber versucht werden, welche dieser Einwirkungen für die verschiedenen Lebensalter besonders fruchtbringend sei, und wie demgemäß der Übungsstoff am besten und wirksamsten zu verteilen ist. Dabei sollen auch die besonderen Einflüsse, welche das Schulleben, sowie späterhin die verschiedenen bürgerlichen Berufsarten haben, wenigstens kurz berührt werden.

§ 342. Die Altersstufen.

Die Altersstufen.

Für unsere Betrachtung werden wir zweckmäßig folgende Altersstufen unterscheiden.

Kindheit bis zur beginnenden Entwicklung.

1. Die Jahre der Kindheit bis zur beginnenden Entwicklung; also die Jahre von der Geburt bis zum vierzehnten Lebensjahre.

In diese Jahre bringt das Schulleben einen besonderen Abschnitt, welcher mit dem 6. Lebensjahre beginnt.

Die vor dem Schuleintritt liegenden Kinderjahre lassen wir, als außerhalb unserer Betrachtung liegend, unberücksichtigt. Von eigentlichen erzieherischen Leibesübungen im gewöhnlichen Sinne des Wortes ist ja hier nicht die Rede. Auf die Gesundheitspflege in den ersten Kinderjahren einzugehen, liegt aber nicht im Plane dieses Buches.

Die nun folgenden Schuljahre, vom 6. bis 14., teilen wir zweckmäßig in zwei Abschnitte:

a) Die Zeit vom 6.—9. Lebensjahre. In diesen drei ersten Schuljahren findet vor allem die geistige und leibliche Angewöhnung an das Schulleben statt. In diese Jahre fällt ein besonderer Fortschritt in der Entwicklung des Skeletts, namentlich der Kopfknochen, und giebt sich u. a. in der Vollziehung des Zahnwechsels (im 8. Lebensjahr gewöhnlich) kund.

b) Die Zeit vom 9.—14. Jahre. Das Wachstum nach Länge und Gewicht schreitet fort; namentlich das Knochengerüst wird widerstandsfähiger, die Muskulatur ausdauernder.

Entwicklungsjahre.

2. Die Jahre der Entwicklung, die Reifungszeit, vom 14.—20. Lebensjahre.

In diesen Jahren vollzieht sich die geschlechtliche Reifung, bald langsamer, bald schneller; das Längenwachstum erreicht nahezu seinen Höhepunkt. Vor allem aber tritt in diesen Jahren neben mächtigem Wachstum der Lungen die Zunahme des Herzens in den Vordergrund.

Letzteres ist dadurch bedingt, daß sich in der Reifezeit das Verhältnis der Herzgröße zur Weite des Schlagadersystemes gänzlich umgestaltet (s. o. § 128).

In den Kinderjahren ist das Herz verhältnismäßig klein, die Schlagadern sind weit. Das Herz arbeitet rascher, der Blutdruck ist ein geringer, der Blutumlauf erleichtert. Leichter vollziehen sich so im kindlichen Körper die verhältnismäßig so umfangreichen Stoffwechselvorgänge, wie sie durch das schnellere Längenwachstum, den erhöhten Stoffansatz in diesen Jahren bedingt sind.

Mit der Reifezeit, mit der beginnenden langsamen Vollendung des Längenwachstums, ändern sich diese Verhältnisse. Das Herz vermehrt sich in diesen Jahren fast auf das Doppelte seines Umfanges, während das Wachstum in Bezug auf die Weite der Schlagadern stille zu stehen beginnt. Die Folge davon ist eine Erhöhung des Blutdruckes und vermehrte Leistungsanforderung an die Herzarbeit. Von der Geburt bis zum vollendeten Wachstum hat der Umfang der Schlagadern nur um das 3fache, der Umfang des Herzens aber um das 12fache zugenommen.

Es wächst in den Entwicklungsjahren insgesamt:

Die Körperlänge durchschnittlich um das	1,17—1,18fache	Quetelet;
Das Körpergewicht „ „ „	1,42 „	Key; Beneke.
Das Volum der Lungen durchschnittlich um das	1,63fache	Beneke.
Das Volum des Herzens „ „ „	1,92 „	Beneke.

Die Wachstumsgröße ist nach Beneke durchschnittlich:

in der Zeit vom 7.—14. Jahre	für das Herz jährlich	5,6— 7,5	ccm
	für die Lungen „	50 — 45	ccm
in den Entwicklungsjahren	für das Herz „	19 — 30	ccm
	für die Lungen „	100 —140	ccm

Es geht aus diesen entwicklungsgeschichtlichen Thatsachen hervor, daß das unverhältnismäßig gesteigerte Wachstum des Herzens und der Lungen physiologisch das hervorstechendste Kennzeichen der Reifejahre ist.

Übergang zur Vollkraft: 20. bis 30. Lebensjahr.

3. Die Zeit des Überganges vom Jüngling zum Manne in seiner Vollkraft vom 20.—30. Lebensjahre.

In diesen Jahren vollendet sich zunächst das Längenwachstum (bis zum 23. bis 25. Jahre) und weiterhin das besonders bemerkbare Breitenwachstum. Beim weiblichen Geschlechte meist schneller als beim männlichen, wie ja auch dort die geschlechtliche Reife meist früher eingetreten ist. Das Skelett erhält nun seine endgültige Ausgestaltung. Die Gelenkbänder haben volle Beweglichkeit, die Bewegungen erfolgen

leicht und geschickt, die Muskulatur ist erkräftigt, Lebensfreude und Wagemut bis zur Verwegenheit stehen auf der Höhe.

Zeit der Vollkraft: 30. bis 40. Lebensjahr.

4. Die Zeit der Vollkraft des Mannes wie des Weibes vom 30.—40. Lebensjahre. Nach vollendeter Kräftigung des Skeletts und höchster Ausbildung der Muskulatur steht die leibliche Kraft in ihrer Höhezeit. Nie ist der Körper geeigneter zu Höchstleistungen der Muskulatur, seien sie momentane Kraftleistungen, seien sie Leistungen langer Ausdauer.

Die Gelenkbänder werden dagegen straffer, die Gelenke minder zu ausgiebigen geschmeidigen Bewegungen geeignet: an Stelle der nun nicht mehr zu steigernden Geschicklichkeit ist eben die Eigenschaft der Kraft in den Vordergrund getreten. Auch die Schnelligkeit ist bereits eine verminderte.

Zeit der Überreife vom 40. bis 60. Lebensjahre.

5. Die Zeit der Überreife vom 40.—60. Lebensjahre. Nach dem 40. Lebensjahre treten allmählich, bei dem einen früher, beim andern später, wieder besondere Zustände im Blutgefäßapparat ein, welche im wesentlichen auf eine zunehmende Sprödigkeit der Wände der Schlagadern und eine dadurch bedingte Minderleistung des Herzens bei Anstrengung desselben durch Kraft- und namentlich durch Schnelligkeitsbewegungen hinauslaufen. Schneller als früher tritt Herz- und Atemerschöpfung, also Atemlosigkeit nach irgend welchen körperlichen Anstrengungen ein. Namentlich leicht, wenn der in diesen Jahren sich mehrende Fettansatz in der Haut und um die Eingeweide ein übergroßer geworden ist. Immer notwendiger wird es, in aller Thätigkeit eine gewisse Regelmäßigkeit und namentlich ein gewisses Maß innezuhalten. Besonders gilt dies für körperliche Leistungen, bei welchen ein Mittelmaß von Kraft oder Schnelligkeit oder Ausdauer noch eben gut bewältigt werden kann, während Überanstrengungen nach jeder dieser Richtungen hin meist nicht ohne Gefährdung der Gesundheit ertragen werden. Beim Weibe tritt in diesen Jahren (meist zwischen dem 45.—50. Lebensjahr) das allmähliche Erlöschen der geschlechtlichen Funktionen ein, oft von mancherlei Störungen des Wohlbefindens begleitet (Wechseljahre). —

Von einer Betrachtung der weiteren rückläufigen Veränderungen im Greisenalter können wir an dieser Stelle absehen.

§ 343. Übungsbedürfnis in den ersten Schuljahren.

Übungsbedürfnis in den ersten Schuljahren.

Stellen wir nun nach diesen Gesichtspunkten das Übungsbedürfnis in seinen Hauptzügen für die verschiedenen Altersstufen fest, wobei wir mit den ersten Schuljahren beginnen.

Das heranwachsende Kind bedarf vor allem der Anregungen zum Wachstum, und diese werden durch solche Bewegungen gegeben, welche den Blutumlauf anregen und beschleunigen. Diesen Erfolg haben diejenigen Bewegungen, welche sich auf möglichst weite Muskelgebiete verteilen, und nicht einzelne Muskelgebiete vorzugsweise belasten oder gar anstrengen. Denn wir haben gesehen, daß lokalisierte Kraftübungen den Kraftvorrat des Muskels — und für den schwachen noch unentwickelten Muskel des Kindes gilt dies besonders — bald erschöpfen, und Reservestoffe aus den Geweben in Anspruch nehmen. Das wachsende Kind bedarf aber gerade dieser Reservestoffe dringend zum Wachstum, zum Weiteraufbau des Körpers. Starke Muskelanstrengung hat also beim Kinde nicht wie beim Erwachsenen vermehrte Kraft und Umfangzunahme des Muskels in erster Linie zur Folge, sondern vielmehr eine Störung des Wachstums und der Gesamternährung. Kinder, welche vorzeitig zu gymnastischen Kunststücken ausgebildet werden, bleiben meist in der Ernährung und im Wachstum erheblich zurück.

Das ist eine bekannte Erfahrung.

Weiterhin kommt der besondere Einfluß des Schullebens in Betracht. Die mehrstündige Sitzhaltung in der Schule, zu der das Kind vom 6. Lebensjahre an gezwungen wird, bleibt nicht ohne Einfluß namentlich auf die Organe der Atmung und des Kreislaufes, und damit auch auf die Blutbildung.

Die Atmung wird durch die ruhige Sitzhaltung in der Schulbank beeinträchtigt, und bleibt vorzugsweise ein Bauchatmen, d. h. ein Atmen bloß der unteren Lungenabschnitte, während die so wichtige Brustatmung, die Lüftung namentlich der Lungenspitzen ganz unterbleibt.

Desgleichen fehlen dem Blutkreislauf wichtige Anregungen, und zwar die fördernden Einflüsse, welche, wie wir oben sehen, tiefe Atmung und reichliche Muskelbewegung besitzen. Das Herz arbeitet daher unter erschwerenden Verhältnissen.

Als weiterhin beeinträchtigend für Blutbildung und Stoffwechsel kommt die unter ungünstigen Umständen — wie Kleinheit und ungenügende Lüftung der Schulräume, Überfüllung der Schulklassen usw. — oft mehr wie schlechte Schulluft in Betracht.

So kommt es denn, daß Blutarmut und Bleichsucht zu einer unter den Schulkindern recht häufigen, und gerade in den ersten Schuljahren stetig an Umfang zunehmenden Schulkrankheit werden.

Zieht man alles in Betracht, und vergegenwärtigt man sich die besonderen Einwirkungen der verschiedenen Übungsarten, so kommt man notwendigerweise zu dem Schluß: daß dem Übungsbedürfnis der Kinder in den ersten Schuljahren, gemäß den allgemeinen Lebens- und Wachstumsanforderungen ebensowohl wie gemäß den besonderen Einwirkungen der Eingewöhnung in das Schulleben vor allem entsprechen Übungen mit reichlicher, auf große Muskelmassen verteilter Bewegung, Übungen, welchen eine kräftige Anregung der Atmung und des Blutumlaufes zukommt. Das sind aber die Schnelligkeitsübungen.

Freiübungen am Ort würden des Einflusses auf Herz und Lungen entbehren; bei Gerätübungen, von welchen doch nur ganz leichte in Frage kommen, ist dasselbe der Fall, abgesehen davon, daß hier die Möglichkeit der Anstrengung bei dem noch ungeschickten und ungeübten Kinde mehr wie nahe liegt.

Die Form aber, in welcher die Schnelligkeitsübungen hier zu betreiben sind, sind vor allem die Bewegungsspiele.

Einmal deshalb, weil sie unter dem nervenstärkenden Einfluß der Freude den stärksten Bewegungsantrieb geben; dann aber, weil sie gegenüber den auf Befehl ausgeführten Schnelligkeitsübungen sowohl das Mindermaß wie das Übermaß von Bewegung vermeiden. Das Kind, welches beim Spiel bis zur Grenze der Atemfähigkeit gelaufen ist, und atemlos zu werden beginnt, steht von selbst stille und läßt sich willig haschen. — Übrigens bewirken die Verhältnisse der Herzgröße zu der Schlagaderweite beim Kinde, wie wir sie oben kennen gelernt, daß gerade das Kind zu Schnelligkeitsübungen besonders befähigt ist und daß bei ihm die Atemerschöpfung sich schnellstens ausgleicht. So anhaltend zu laufen und zu rennen, wie es das Kind unermüdlich und stundenlang beim Spiele gewohnt ist, vermag der Erwachsene nicht mehr, bei ihm sind eben die Blutdruckverhältnisse ganz andere geworden.

Es spricht fernerhin für die Laufspiele in diesen ersten Schuljahren, daß sie dem Kinde den Spielraum freier Willensbethätigung lassen, so daß die Turnstunde nicht auch noch zu einer geistigen Dressurstunde gemacht wird.

Die Rücksicht auf die gesamte Gesundheit sowohl, wie im besonderen die Rücksicht auf die Atmungsorgane, sowie die Förderung der Blutbildung erheischt aber dringend, daß diese Leibesübungen, d. h. diese Spiele im Freien vorgenommen werden, so oft es nur eben angeht. Daß namentlich bei ausgiebigerer Körperbewegung der Einfluß

der freien Luft und des Himmelslichtes auf den Stoffwechsel und auf die Blutbildung nicht ersetzt werden kann, auch nicht durch die bestgereinigte und bestgelüftete Turnhalle, weiß jeder Kundige.

Zwingt dann einmal schlechtes Wetter — anhaltender Regen, übermäßige Hitze, Winterkälte — dazu, den bedeckten Raum aufzusuchen, so mögen die Kinder lernen, sich geordnet aufzustellen, mögen muntere Gehübungen, leichte Freiübungen mit dem Holzstab, Springübungen, Gleichgewichtsübungen auf der Schwebekante u. dergl. machen.

§ 344. Übungsbedürfnis in der Schulzeit vom 9.—14. Lebensjahre.

Übungsbedürfnis in der Schulzeit vom 9. bis 14. Lebensjahre.

Auch während der Zeit vom 9.—14. Lebensjahre bleiben die Anregungen zum Wachstum und die Überwindung der schädigenden Einflüsse der Sitzarbeit in Schule und Haus dringende gesundheitliche Erfordernisse.

Der Wert der Schnelligkeitsübungen bleibt durchaus bestehen, vorab in Form der Spiele, nur daß die Spiele reicher werden, und beginnen, nicht nur Bewegung und Freude zu gewähren, sondern auch die Entwicklung von Schlagfertigkeit und Gewandtheit anzustreben. Die verschiedenen Ballspiele, wie Kreisball, Jagdball, der treffliche deutsche Schlagball, von den Laufspielen der Barlauf, kommen nun nacheinander zur Übung. Außer den Spielen treten nun aber auch systematische Laufübungen in ihr Recht, und zwar vorzugsweise Übungen im Dauerlauf, der vorsichtig in der Dauer gesteigert wird. Ebenso werden mittlere Dauerübungen, in Form anregender aber nicht stark ermüdender Wanderungen in zunehmendem Grade von Nutzen.

Vom 10. Jahr ab kann das Schwimmen, wenn es nicht übertrieben, und die Dauer des Bades in Übermaß verlängert wird, ohne Schaden ertragen werden. Und wie sehnen sich Knaben und Mädchen im Winter mit Recht nach der Gelegenheit zum munteren belebenden Eislauf!

In den eigentlichen Turnstunden wird vor allem von Wichtigkeit die Erzielung einer guten Haltung und die Entwickelung eines schönen weitschrittigen Ganges durch Übungen im Marschieren, im Laufen und im Springen. Die Geschicklichkeit wird entwickelt zunächst an Freiübungen mit Belastung durch leichte Hanteln oder den Eisenstab. Hier steht uns ja ein vorzüglicher Übungsstoff zu Gebote. — Von Gerätübungen sind angemessen die leichteren Geschicklichkeitsübungen am Barren, am Reck, an der Leiter, an den Kletterstangen, am Sprungkasten, am Pferd usw. Dagegen sind hier diejenigen Übungen, welche mehr den Charakter der Kraftübungen haben und Anstrengung verursachen, zu meiden. Der eigentliche Nutzen der Gerätübungen beginnt im volleren Maße erst, nachdem das Skelett kräftiger und die Muskulatur übungsfähiger geworden, d. i. etwa mit Beginn des 12. Lebensjahres. Die Gymnastik des Gehens, Laufens und Springens steht jedenfalls für diese Lebenszeit als die wichtigste und zuträglichste im Vordergrund.

§ 345. Übungsbedürfnis in der Entwicklungszeit vom 14.—20. Lebensjahre.

Übungsbedürfnis in der Entwicklungszeit.

Die Jahre der Entwicklungszeit sind nach zwei Richtungen hin für den Übungserfolg bedeutsam. Einmal durch die im Vordergrund des Wachstums stehende mächtige Ausbildung der Lungen und des Herzens. Diese Organe verlangen daher die entsprechenden Wachstumsanregungen. Hier tritt neben dem ausgedehnteren Dauerlauf

der Schnelllauf in sein Recht; Wanderfahrten können zum Teil im Eilmarsch ausgeführt werden — erschöpfende Leistungen, namentlich erschöpfende Dauerleistungen, sind aber auch jetzt noch bedenklich und zu vermeiden.

Dann aber sind diese Jahre besonders geeignet, die sichere Herrschaft der Muskulatur durch Entwicklung der Geschicklichkeit zu erzielen. Daher treten hier die mannigfaltigen Übungen des Gerätturnens in ihr volles Recht, ebenso örtliche Kraftübungen zur Festigung und Kräftigung der nun voll übungsfähigen Muskulatur. Nur angreifende Kraftstücke, wie das Stemmen schwerer Hanteln u. dergl. sind in diesem Alter überhaupt zu untersagen. Die Spiele im Freien haben, um anregend und erziehlich zugleich zu sein, vor allem den Charakter der Schlagfertigkeit zu tragen. Neben dem deutschen Schlagball begeistert sich die heranwachsende Jugend namentlich für das an kühleren Tagen unschätzbare Fußballspiel; auch Thorball (Cricket), Feldball, Faustball, Tamburinball, letztere beiden neben dem Tennis auch für Mädchen geeignet, sind nun zu betreiben. Wettspiele beleben dabei in hohem Grade den Spieleifer und die feinere Ausbildung der Spielfertigkeit.

Nun sind in diesem Lebensalter je nach den äußern Lebensumständen besondere Unterscheidungen zu machen. Für den, dem seine angehende Berufsarbeit häufige und reichlichere Bewegung im Freien bringt, für den Gärtner, den Landmann usw., ist die Ausbildung in Frei- und Gerätübungen zur Entwicklung von Geschmeidigkeit, Geschicklichkeit und Willenskraft in erster Linie notwendig. Für den Handwerker, den Arbeiter, den Kaufmann, den Schreiber, die ihre Tagesstunden in der Werkstube, im Fabriksaale, im Kontor, in der Schreibstube verbringen, werden die Dauer- und Schnelligkeitsübungen in freier Luft zum besonderen Bedürfnis. Wenn unsere sozialen Gewohnheiten, die Ausdehnung der Arbeitszeit täglich bis zu Beginn der Dunkelheit, die schlechte Form der Erholung in der Wirtsstube usw., dieser Forderung noch allzusehr entgegenstehen, so bleibt dieselbe nichtsdestoweniger eine ebenso berechtigte wie notwendige. Hier muß Änderung versucht werden. So nützlich und anregend das Hallenturnen im Verein junger Leute sein mag, ohne die nötige Bewegung im Freien, im Spiel, im Marsch, im Lauf usw. genügt es entschieden nicht, um die unheilvollen Wirkungen, welche die Handwerks- und Fabrikarbeit im geschlossenen Raum auf den Lehrling besitzt, auszugleichen. Die Thatsache, daß in manchen Orten unseres Vaterlandes die größere Hälfte aller Industriearbeiter der Lungenschwindsucht zum Opfer fällt, muß unbedingt zu ernstem Nachdenken auffordern. Was da auch für Ursachen mitwirken — die Frage nach einer richtigen gesundheitsgemäßen Form der Erholung in Leibesübungen gewinnt hier besonderen Wert. Sicherlich kann man durch regelmäßige geeignete Leibesübungen die Lungen gesunder und widerstandsfähiger machen. Das geschieht aber nicht durch Gerätetturnen im geschlossenen, meist recht staubigen Raum der Turnhalle, sondern durch lungenübende Bewegung im Freien — also vor allem im Spiel, ferner im Marschieren und Bergsteigen, in der Pflege des Laufes, des Wurfes und des Sprunges, im Schwimmen, im Rudern, im Radfahren usw. Hier ist ein Feld, das in Deutschland noch mehr bebaut werden muß.

Was schließlich die Schüler höherer Lehranstalten betrifft, so gelten für deren Übungsbedürfnis die oben entwickelten Grundsätze. Nur muß hier ein Unterschied in der geistigen Anspannung beim Turnen gemacht werden, je nachdem die Turnstunde im Lehrplan liegt. Wie früher ausgeführt, beeinträchtigt eine mehrstündige geistige Arbeit auch den Bewegungsapparat: Bewegungsnerv wie Muskel werden schwerer erregbar und verlieren an augenblicklicher Leistungsfähigkeit. Zu anstrengenden körperlichen Bewegungen muß dann das mehrfache an Willenskraft aufgewendet werden, als wie es bei voller geistiger Frische erforderlich ist. Ein Schüler,

der schon vier geistig anstrengendere Lehrstunden hinter sich hat, ist auch zu Turnübungen, welche Anspannung und Willenskraft erheischen, nicht mehr geschickt und erträgt solche nicht, ohne daß dies Turnen sein ermüdetes Gehirn noch weiter belastet. In solchen Fällen ist daher dem Turnen ein erholender Charakter zu geben, die halbautomatischen Bewegungen des Marsches, des Laufes usw., vor allem aber die Spiele sind da am Platze. Da wir aber die so wichtigen turnerischen Leibesübungen, welche Anspannung, Willenskraft, Geschicklichkeit entwickeln sollen, nicht missen können, so dürfen die Turnstunden nicht alle unmittelbar hinter eine Reihe von geistigen Lehrstunden gelegt werden. Wenigstens zu einem Teil der Turnzeit sollen die Schüler vollkommen frisch und leistungsfähig antreten. Das Turnen wird andernfalls eine Belastung für das Nervensystem, keine Entlastung!

§ 346. Übungsbedürfnis für das 20.—30. Lebensjahr.

Übungsbedürfnis für die Zeit vom 20. bis 30. Lebensjahre.

Die vom 20. bis zum 30. liegenden Lebensjahre sind diejenige Lebenszeit, welche in Bezug auf Entfaltung von Schnelligkeit, Geschicklichkeit, aber auch Kühnheit und Wagemut die höchsten Leistungen auf dem Gebiet der Leibesübungen gestattet und zeitigt. Allenfalls wird in Bezug auf Schnelligkeit der Gipfel der Leistungsfähigkeit etwas früher, vom 17. Jahre an, liegen. Weniger als in anderen Lebensjahren verschlägt es nun, wenn sich besondere Liebhabereien etwas mehr geltend machen; wenn bei dem einen die Liebhaberei am Geräteturnen in den Vordergrund tritt, wenn der andere lieber Fußball spielt, oder rudert, oder radfährt. Nicht als ob damit der Einseitigkeit in Leibesübungen das Wort geredet werden soll — aber sie ist in diesen Jahren gesundheitlich am wenigsten bedenklich. Übertreibungen richten sich von selbst, mögen sie nun nach der Seite der Kraft- oder der Dauer- oder der Schnelligkeitsleistungen liegen. Namentlich was die entbehrungsreiche und mühevolle Vorbereitung zu bestimmten Leistungen durch planmäßiges Tränieren betrifft, so ist die dabei aufgewendete Willenskraft und Ausdauer sicherlich anzuerkennen, gesundheitlich aber nicht ohne Bedenken, und für das Allgemeine doch recht wertlos.

§ 347. Übungsbedürfnis in den Jahren der Vollkraft.

Übungsbedürfnis in den Jahren der Vollkraft.

In den Jahren der voll erreichten Manneskraft vom 30. bis 40. Lebensjahre ist die Leistungsfähigkeit in Bezug auf Kraft- und Dauerübungen die größte. Dagegen läßt die Geschicklichkeit nach, oder wird wenigstens durch Übung nicht mehr gesteigert. Ebenso ist die Schnelligkeit vermindert.

Weil jetzt schon, bei vorhandener Anlage, sich leicht größerer Fettansatz zu entwickeln beginnt, so haben die Kraft- und Dauerleistungen auch den Vorzug, daß sie die Reservestoffe, d. i. das Organfett angreifen, einschmelzen und verbrennen. Dagegen ist bei Kraftübungen stets deren störender Einfluß auf die Atmung und den Kreislauf, und die mögliche Beeinträchtigung der Ernährung und der Arbeitsgröße des Herzmuskels im Auge zu behalten, und vor einem Übermaß, d. h. vor einseitigem Betrieb schwerer Kraftübungen (z. B. regelmäßiges Stemmen schwerster Hanteln) zu warnen.

§ 348. Übungsbedürfnis in der Zeit vom 40.—60. Lebensjahre.

Übungsbedürfnis in der Zeit vom 40. bis 60. Lebensjahre.

Nach vollendetem 40. Lebensjahre beginnt bald die leibliche Leistungsfähigkeit sich auf absteigender Linie zu befinden. Die Schlagadern werden starrer, das Herz büßt an Leistungsfähigkeit ein. Ist stärkerer Fettansatz vorhanden, der immer mit

Vorliebe im Gekröse des Darmes beginnt, so wird auch der Umfang der Atmung durch Beeinträchtigung der Bewegungen des Zwerchfells behindert. Die Folge ist, daß alle Übungen, welche stärkere, plötzlicher auftretende Anforderungen an die Herz- und Lungenthätigkeit bedingen, bald ein Versagen dieser Organe, d. i. Atemlosigkeit oder Herzschwäche veranlassen. Deshalb sind es vor allem die Schnelligkeitsübungen, welche in diesem Lebensalter sich verbieten. Ein gleiches ist der Fall mit starken Kraftübungen, deren Gefahren in Bezug auf den Herzmuskel sich jetzt nur noch mehr steigern. Dagegen ist die Fähigkeit zu Dauerübungen, zu kräftigem Wandern, ausdauerndem Bergsteigen, weiteren Rad- oder Ruderfahrten oft in noch besonders bemerkenswertem Grade vorhanden. Passend sind für dies Alter, zur Erhaltung eines ausreichenden Grades von Geschmeidigkeit und Gelenkigkeit, Frei- und Gerätübungen leichterer Art, ohne Inanspruchnahme besonderer Geschicklichkeit und Anstrengung. Namentlich sollen alle Übungen vermieden werden, bei welchen der Kopf unten ist, die Beine nach oben, also Überschläge, Sturzhang usw. — Verletzungen der Gelenke durch Anstoßen an das Gerät bei Übungen, die nicht mehr leicht bewältigt werden können, lassen, namentlich im Knie- und Fußgelenk, leicht langwierige Gelenkschmerzen und Steifigkeit zurück. Bei stärkerem Fettansatz und fortgeschrittener Ungelenkigkeit werden daher die Gerätübungen immer mehr einzuschränken sein, während entsprechende Freiübungen bis ins höhere Greisenalter hinein ihren Nutzen wahren. —

Dies in kurzen Zügen die Grundsätze, welche ganz allgemein für die verschiedenen Altersstufen in Betracht kommen. Es versteht sich von selbst, daß die gemachte Einteilung nur für den Durchschnitt zutrifft, und manche Ausnahmen vorhanden sind. Die Entwicklung vollzieht sich nicht gleichmäßig bei allen; der eine altert früher, der andere später; Kraftnaturen bewahren sich Frische und Leistungsfähigkeit oft weit über die gewöhnlichen Altersgrenzen hinaus; andererseits bleiben Schwächlinge oft untüchtig auch in den sonst besten und frischesten Lebensjahren.

Der Wert aber, den in richtiger Art und richtigem Maße betriebene Leibesübungen für die Gesundheit, Tüchtigkeit, Arbeitsfähigkeit und vollen Lebensgenuß in allen Altersstufen haben, ist ein unbestritten großer und anderswie nicht zu ersetzen. Möchte die Einsicht davon sich weiter noch als bisher verbreiten zum Heile unseres Vaterlandes und seiner Bürger!

WELLCOME LIBRARY INSTITUTE

Druck von C. G. Röder in Leipzig.

Der Übungswert unserer Leibesübungen.

Tafel I. Entworfen von Dr. F. A. Schmidt. Bonn, Dezember 1892.

Übungsart	Charakter der Übungsart: Allgemeiner	Charakter der Übungsart: Besonderer	Übungsform	Einwirkung auf: Lunge / Herz / Kreislauf	Einwirkung auf: Stoffwechsel und Ernährung	Einwirkung auf: Nervensystem	Einwirkung auf: Muskeln
I. Allgemeinere Kraftübungen.	Einheitlicher, in sich abgeschlossener Bewegungsakt. Unendliche Vielheit von Formen möglich.	**Höchstbethätigung** großer Muskelbezirke bis zur Grenze ihrer Leistungsfähigkeit, verbunden mit dem Akt der **Anstrengung oder Pressung.**	Ringen, Gewicht- und Hantelstemmen, Steinstoßen.	**Vermehrte angreifende Thätigkeit,** aber durch den **Akt der Anstrengung:** **Störung des Atemrhythmus** durch Fixierung des Brustkorbs in äußerster Ansatmungsstellung. / **Leere des Schlagadersystems** und Blutleere des Herzens während — **Blähung des rechten Herzens** nach der Anstrengung. / **Störung** durch erschwerte Entleerung der großen Blutadern in den rechten Vorhof: Venöse Stauung.	**Angreifende Wirkung.** Starke Einschmelzung von Reservestoffen, namentlich Fett.	**Starke Willensanstrengung.**	**Höchstarbeit großer Muskelbezirke** bis zur augenblicklichen Muskelübermüdung. **Zunahme von Kraft und Umfang der Muskeln.**
II. Lokalisierte Kraftübungen.		Starke bis **Höchstbethätigung einzelner** kleinerer Muskelbezirke, geringere Leistung zahlreicher koordiniert thätiger Muskeln. Häufig mit dem Akt der **Anstrengung** verbunden, namentlich bei Ungeübten.	Freiübungen: namentlich wenn mit Belastung ausgeführt, häufig wiederholt oder mit langen Halten verbunden. Gerätübungen: namentlich in Stütz und Hangan Reck, Schaukelreck, Barren, Leiter, Schaukelringen. Werfen: mit Ger, leichterer Kugel, Schlenderball und kleinem festen Ball.	**Mäßig gesteigerte Thätigkeit.** Wenn mit Akt der Anstrengung verbunden: Störung wie unter I. aber meist in geringerem Grade.	**Mäßige Anregung;** von größerem Belang nur bei möglichstem Wechsel der ins Spiel kommenden Muskelgebiete.	**Mäßige bis starke Willensanstrengung.** Bei manchen Übungen **Entschlossenheit** und **Mut** bedingend; vor allem: **Übung der Koordinationsthätigkeit** in den verschiedenartigsten, im Alltagsleben ungewohnten Bewegungskombinationen. Daher: **Erziehung einer vielseitigen Beherrschung der Muskulatur** zur Bewältigung bestimmter **vorgeschriebener** Bewegungsaufgaben. Größere Sicherheit der Koordination, schließlich auch bei neuen, unerwarteten Bewegungsanforderungen. Ausgeschlossen die Koordinationen nahe zusammenliegender, besonderer Muskelgebiete: Handfertigkeit, Stimmbildung ꝛc.	**Höchstarbeit kleiner Muskelbezirke,** namentlich am Arm und der Schulter bis zur Ermüdung derselben; geringe bis mittlere Thätigkeit zahlreicher Muskeln, namentlich um Brust, Schulter, Rücken, Arm. **Kraftzunahme der vorzugsweise geübten Muskeln.**
III. Geschicklichkeits-Übungen.		**Übung der koordinierenden Hirn- und Nerventhätigkeit.** Mittlere bis scharfe Bethätigung einzelner Muskeln, mittlere bis leichte Thätigkeit zahlreicher koordinierter Muskeln. Beim **Neuling** und **Ungeschulten;** **Häufig** Akt der **Anstrengung,** stets: **größere Thätigkeit, namentl. der haltenden koordinierten Muskeln,** also wie dies beim Geübten und Gewandten der Fall ist.	Zusammengesetzte und schwunghafte Freiübungen; Gleichgewichtsübungen (Schwebelaufe u. a.). Gerätübungen, besonders: Übungen des gemischten Sprungs an Bock und Pferd; Barren- und Reckspringen; Schwingübungen am Pferd u. s. w. Weit- und Hochsprung über die Schnur oder festes Hindernis, Stabspringen. Kunstradfahren.	**Mäßig gesteigerte Thätigkeit.** Beim Ungeübten oft leichte Störung durch Akt der Anstrengung (wie unter I).			Vorübergehende **mittlere bis geringe Thätigkeit zahlreicher Muskeln,** namentlich der oberen Körperhälfte.
IV. Schnelligkeits-Übungen.	Rhythmische Folge gleicher sich stets wiederholender Bewegungen, die zu jedem **Punkt,** ohne den Charakter der Übung zu beeinträchtigen, unterbrochen werden können. Beschränkter stets von Formen.	**Rhythmisch wiederholte, auf große Muskelmassen verteilte Bewegungen** mit der Absicht auf schnelle — oder (Wettlauf, Wettrudern u. s. w.) auf möglichst schnelle Fortbewegung **bis zur Grenze der Leistungsfähigkeit von Herz und Lunge** und vorübergehenden Ermüdung dieser Organe.	Ebenerdig: Gehen, Marschieren, Lauf: Schnell-Lauf, Dauer-Lauf, Bewegungsspiel, Seilchenspringen, Hüpfen, Tanzen, Weit- und Hochsprung mit Anlauf. Aufsteigend: Berg-, Leiter-, Treppen- Steigen. Im Wasser: Schwimmen, Rudern. Mit besonderen Hilfsmitteln: Radfahren, Schlittschuhlaufen, Schneeschuhlaufen. Natürliche Übung: Holzhacken, Kurbeldrehen. Arbeit an Übungsapparaten: Ergostat, Bergsteigeapparat, Künstl. Zimmerrudererapparat.	**Rhythmisch stark gesteigerte Thätigkeit:** Inanspruchnahme der ganzen, für gewöhnlich nur zum Teil ins Spiel kommenden Atemfläche. / Vermehrte Pulszahl, größeres Schlagvolum (die bei jeder Zusammenziehung des Herzens beförderte Blutmenge). **Bei Höchststeigerung: vorübergehende Ermüdung** und zwar: Atemlosigkeit. / Kleiner aussetzender Puls.	**Starke Beschleunigung und Erleichterung.** Bei Lungen- und Herzermüdung: Vorübergehende Blutüberfüllung in den Lungen und Leere der Schlagadern.	**Allseitig belebend** durch den beschleunigten Kreislauf und die große, aber verteilte Muskelarbeit. Nur im Übermaß von Übung angreifend.	Bei größter Schnelligkeit in kürzester Dauer (Wettübung: **Willensanstrengung,** sonst durchweg **halbautomatisch erfolgende Bewegung,** daher geringste Inanspruchnahme der Hirnthätigkeit: **Erholender Charakter in Bezug auf Hirn- und Nervenarbeit.**	**Große Summe** von **Muskelarbeit,** aber so auf die größten Muskelmassen **verteilt,** daß lokale Übermüdung einzelner Muskeln kaum eintritt, sondern nur ein gewisser Grad von Allgemeinermüdung. Nur bei zulange fortgesetzter Bewegung **(Überdauer):** starke **Anhäufung von Ermüdungsstoffen** und Herabsetzung der Erregbarkeit und Leistungsfähigkeit bis zum Versagen der Kräfte.
V. Dauer-Übungen.		Dieselben rhythmisch wiederholten Bewegungen, aber in der Schnelligkeit der Aufeinanderfolge **soweit gemäßigt,** daß das **Gleichgewicht der verschiedenen** in Frage kommenden **Organthätigkeiten** erhalten bleibt, **und die Bewegung für längere Dauer** — bis viele Stunden lang — **fortgesetzt** werden kann.		**Anhaltende Beschleunigung und Erleichterung,** nur bei Überdauer Erschwerung des Blutumlaufs.	**Allseitig belebend.** Bei **Überdauer** in erschöpfendem Maße **angreifend** (Einschmelzung). Dann selbst durch die Übermenge von Ermüdungsstoffen 1—2 tägige Erschöpfung mit Fieber, Appetit- und Schlaflosigkeit.	**Halbautomatischer Charakter.** Erholend für Hirn und Nerven. Nur bei **Überdauer** und Allgemeinveränderung der Nerven und Muskeln mit verminderter Erregbarkeit in steigendem Grade: Anstrengung der Willensthätigkeit und schließlich Erschöpfung.	
VI. Aufmerksamkeits-Übungen.	Taktische Bewegungen im Gemeinkörper von Übenden, wobei der einzelne Übende nur Glied des Ganzen; Anspannen der **Aufmerksamkeit** und zuweilen (Reigen) auch des **Gedächtnisses.**		Ordnungsübungen, Reigen.	So gut wie 0 / So gut wie 0 / Bei **langsamem** Zeitmaß und **kleinen** Schritten oder **langem** Stehen **Erschwerung** des Kreislaufs in den Beinen (Überfüllung der Venen).	So gut wie 0	**Rein geistige Anspannung und Aufmerksamkeit** bei Reigen Inanspruchnahme des **Gedächtnisses.** Prompte Koordination einiger weniger gelenkiger Bewegungen (Wendungen, Drehungen, Schreitungen u. s. w.)	So gut wie 0
VII. Schlagfertigkeits-Übungen.	**Schnellste Bewältigung unvorhergesehener — plötzlicher — Bewegungsanforderungen** — nach **frei** gefaßtem Entschluß.		Ringen, Fechten, Feinere Lauf- und Ballspiele	Wirkung wie bei I. / Wirkung wie bei II. / Wirkung wie bei IV.	Angreifend. / Anregend bis angreifend. / Allseitig belebend.	**Schnellste, plötzliche Koordination** nicht nach strenger Form vorgeschrieben, **aber einen bestimmten Zweck nach frei zu fassendem Entschluß sicher erreichender Bewegungen.** Die Sicherheit und größte Schnelligkeit der Innervation nur möglich durch **gespannte Aufmerksamkeit** und **erhöhte Erregung** des Nervensystems. Dies beim **Wettspiel nur für bestimmte Momente** des Spiels erforderlich (Wechsel von Erholung und Anspannung), beim **Ringen und Fechten aber für die Dauer** des Kampfes; daher hier bei längerer Dauer leicht **nervenerschöpfend.**	Beim Ringen: Höchstarbeit (wie bei I). / Beim Fechten: Lokalisierte Höchstarbeit (wie bei II). / Beim Ballspiel: große Summe von Muskelarbeit ohne lokale Übermüdung.

Übersicht der für die verschiedenen Lebensalter zweckmäßigsten Leibesübungen.

Tafel 2.

Alter	Übungsbedürfnis	Übungsverbot	Übungsform
6—9.	Anregung des Wachstums durch Belebung der Organthätigkeiten der Atmung und des Kreislaufs. — Anregung namentlich der Blutbildung, welche durch die Angewöhnung an den Sitzzwang in der Schule stark beeinträchtigt wird: Bewegung in Licht und Luft. Erholende Form der Übung: Nervenbelebung und -Stärkung durch Lustgefühle.	Jede Form von Kraftanstrengung auch kleiner Muskelbezirke zu vermeiden, um nicht zum Ansatz und Wachstum bestimmte Stoffe zu verbrauchen. Vermeidung von Belastung des jugendlichen Nervensystems durch vorzeitige geistige Dressur auch beim Turnen.	Einfache Bewegungsspiele.
9—14.	Anregung zum Wachstum und Blutbildung wie vorher. Wichtigkeit der Erziehung einer guten Haltung und schönen Ganges. Übung der Geschicklichkeit.	Stärkere Muskelanstrengung wegen Beeinträchtigung des Stoffwechsels zu meiden. Dauerübungen nur bis zu Mitteldauer, nicht bis zur Ermüdung.	Feinere Ball- (Schlagfertigkeits-)Spiele. Frei- (und Ordnungs-) Übungen. Geschicklichkeits-Übungen an den Geräten.
14—20.	Entwicklungszeit: Anregung vor allem zur starken Herz- und Lungenthätigkeit und Übung. Erziehung von Geschicklichkeit, Unternehmungslust und Mut.	Zu meiden: eigentliche stärkere Anstrengung, wegen Störung der Atmung und des Kreislaufs; desgl. erschöpfende Dauerübung.	Kraftübungen an Geräten. Schnelligkeits-Übungen. Leichte und mittlere Dauer-Übungen.
20—30.	Höchstleistungen an Geschicklichkeit und Schnelligkeit. Größere Dauerleistungen.	Leichte Frei- und zierliche Ordnungsübungen ohne Zweck.	Allgemeine Kraftübungen. Stärkere Dauer-Übungen.
30—40.	Höchstleistungen in Kraftübungen und Dauerübungen — gleichzeitig zur Einschmelzung übermäßigen Fetts dienlich.	Geschicklichkeit nicht mehr erweiterungsfähig; Höchstleistung in Schnelligkeitsübung nur noch beschränkt möglich.	
40—60.	Dauerübungen an erster Stelle; dazu leichte Kraftübungen. Diätetisches Turnen: Frei- und leichte Gerätübungen.	Alle Schnelligkeits-, sowie anstrengende Kraftübungen verbieten sich wegen leicht eintretender Atemlosigkeit schließlich gänzlich.	Freiübungen.

(Feb. 14) F.